

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Ian Hacking. Representing and Intervening.

Introductory topics in the philosophy of natural science.

Cambridge University Press. 1983

Ян Хакинг. Представление и вмешательство.

Введение в философию естественных наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловия

Введение: Рациональность

Часть А:

Представление

1. Что такое научный реализм?
2. Построение и причинение (каузация)
3. Позитивизм
4. Прагматизм
5. Несоизмеримость
6. Референция
7. Внутренний реализм
8. Суррогат истины

Перемена. Реальные объекты и представления

Часть Б:

9. Вмешательство
10. Эксперимент
11. Наблюдение
12. Микроскопы
13. Теоретизирование, вычисление, модели, приближения
14. Создание феноменов
15. Измерения
16. Бэконские темы
17. Экспериментирование и научный реализм

Ian Hacking.
Representing and
Intervening.

Introductory topics in the
philosophy of natural science.

Cambridge University Press. 1983

Ян Хакинг.
Представление и
вмешательство.

Введение в философию естественных наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловия

Введение: Рациональность

Часть А:

Представление

1. Что такое научный реализм?
2. Построение и причинение
(каузация)

3. Позитивизм
4. Прагматизм
5. Несоизмеримость
6. Референция
7. Внутренний реализм
8. Суррогат истины

Перемена. Реальные объекты и представления

Часть Б:

9. Вмешательство
10. Эксперимент
11. Наблюдение
12. Микроскопы
13. Теоретизирование,
вычисление, модели, приближения

- 14. Создание феноменов
- 15. Измерения
- 16. Бэкониянские темы
- 17. Экспериментирование и научный реализм

Литература

Издательство “ Логос” , Москва
1998

ИНСТИТУТ “ОТКРЫТОЕ
ОБЩЕСТВО”

Учебная литература по гуманитарным и социальным дисциплинам для высшей школы и средних специальных учебных заведений готовится и издается при содействии Института “Открытое общество” (Фонд Сороса) в рамках программы “Высшее образование”.

Редакционный совет: В. И. Бахмин,
Я. М. Бергер,
Е. Ю. Гениева, Г. Г. Дилигенский, В.
Д. Шадриков

Перевод с английского – Сергей
Кузнецов

Научный редактор – д. ф. н., проф.
Мамчур Е. А.

Переводчик и редактор выражают
благодарность д. ф. н, профессору С.
В. Илларионову, сделавшему ряд
ценных замечаний по переводу.

Художественное оформление Андрея
Бондаренко

Корректор – Лунгина Д. А.

Хакинг Я.

Х 16 Представление и вмешательство. Введение в философию естественных наук. Пер. с англ. / Перевод С. Кузнецова, Науч. ред. Мамчур Е. А. М.: Логос 1998. – 296 с.

Книга представляет собой курс лекций по философии науки известного философа, профессора Торонтского университета Я. Хакинга. Центральной темой, вокруг которой концентрируется изложение, является проблема научного реализма. В первой части книги содержится обзор взглядов на эту проблему ведущих зарубежных философов науки и обосновывается

тезис, согласно которому позиция научного реализма может получить свое надежное обоснование, только если будет учтена точка зрения ученого-экспериментатора, который в ходе своей научной деятельности активно вмешивается в природные процессы. В этой связи во второй части книги автор обращается к реальному научному познанию и на большом естественнонаучном материале демонстрирует роль экспериментального начала в науке.

ISBN 5-7333-0394-8

© Cambridge University Press. 1983.

© Издательство “ Логос” . Москва
1998.

© Перевод –Кузнецов С.. Редактура –
Мамчур Е. А.

Научное издание

Ян Хакинг

**Представление и
вмешательство.**

Введение в философию естественных наук.

Перевод с английского – Сергей
Кузнецов

Художественное оформление

Андрея Бондаренко

Корректор – Д. Лунгина

Издательство “Логос”; ЛР №065364
от 20.08.1997

Москва, Зубовский бульвар, 17

Тел: 2471757

Подписано в печать 26.03.1998.
Формат 60х90/16.

Печать офсетная. Тираж 2500 экз.

Оптовая и розничная реализация –
магазин “Гнозис”. Тел.:

(095)2471757, Костюшин П. Ю..
Факс: (095)2462020 (для аб. Г-25).

ВВЕДЕНИЕ: РАЦИОНАЛЬНОСТЬ

“Вы спрашиваете меня, какие черты философов вызывают идиосинкразию?.. Например, отсутствие у них исторического чувства, их ненависть к становлению, их египтицизм. Они воображают, что делают честь какой-нибудь вещи, если деисторизируют ее, *sub specie aeterni* , – если делают из нее мумию.”

*Ф. Ницше. “Сумерки идолов” **

Философы долго делали из науки мумию. Когда же труп был, наконец, распеленут, и философы увидели останки исторического процесса становления и открытия, они придумали для себя кризис рациональности. Это случилось где-то около 1960 года.

Это событие было кризисом, поскольку оно перевернуло старую традицию мышления, считавшую, что научное знание — венец достижений человеческого разума.

Скептики всегда сомневались в том, что безмятежная панорама науки как собирания и накапливания знания верна, но теперь они получили оружие в виде исторических подробностей. Посмотрев на некоторые неблагоприятные события в истории науки, многие философы забеспокоились о том, играет ли разум большую роль в интеллектуальной конфронтации. Разум ли определяет то, какая теория находится ближе к истине и какое исследование следует предпринимать? Стало совсем не очевидно, что именно разум должен определять такие решения.

Некоторые люди, может быть те, кто уже считал, что мораль культурно обусловлена и относительна, предложили считать, что “научная истина” есть социальный продукт, не претендующий на абсолютную силу или даже релевантность.

Начиная с этого кризиса доверия, рациональность стала одним из двух моментов, который овладел умами философов науки. Мы спрашиваем: что мы в действительности знаем? Что мы должны полагать? Что такое факт? Что такое хорошие основания? Рациональна ли наука настолько, насколько люди привыкли думать?

Не есть ли весь этот разговор о разуме всего лишь дымовой завесой от технократов? Такие вопросы о разумном знании и полагании традиционно относятся к логике и эпистемологии. Данная книга не касается этих вопросов.

Научный реализм является другим важным вопросом. Мы спрашиваем: Что такое мир? Какого рода вещи он содержит? Что истинного о них известно? Что есть истина? Являются ли сущности, постулируемые физиками-теоретиками, реальными, или они суть лишь конструкты человеческого разума, способные организовать наш

опыт? Это вопросы о реальности. Они относятся к области метафизики. В этой книге я выбрал их для того, чтобы систематизировать мои вводные положения по философии науки.

Споры как о разуме, так и о реальности давно поляризовали сообщество философов науки. Эти споры современны и сейчас, поскольку многие философские дебаты о естественных науках вращаются вокруг разума и реальности. Но ни один из этих споров не нов. Вы можете обнаружить их еще в древней Греции, где зародилась философия

науки. Я выбрал реализм, но можно рассматривать и рациональность: эти вопросы переплетаются. Остановиться на одном из них, не значит исключить другой.

Важны ли оба эти вопроса? Сомневаюсь. Мы в самом деле хотим знать, что действительно реально, и что подлинно рационально. Но вы увидите, что я отвергаю многие вопросы о рациональности, и являюсь реалистом только на самой прагматической основе. Такой подход не умаляет моего уважения к глубинам нашей потребности в разуме и реальности, а также в

ценности каждой из этих идей как исходных точек.

Я буду говорить о том, что реально, но прежде чем продолжить, мы попытаемся увидеть, как “кризис рациональности” возник в недавнем прошлом философии науки. Он мог бы также получить название “истории ошибки”. Это история о том, как из превосходной работы можно получить не вполне обоснованные выводы.

Беспокойства по поводу разума и рациональности оказывают влияние на многие аспекты современной жизни, но в отношении

философии науки они всерьез
начались со знаменитого
предложения, опубликованного
двадцать лет назад:

“Если рассматривать историю
не только как собрание анекдотов и
хронологических сведений, то она
может произвести коренное
преобразование того образа науки,
который в настоящее время владеет
нашими умами”.

*Коренное преобразование –
анекдот или хронология – образ
науки, в настоящее время владеющий
нашими умами , – это слова, с
которых начинается знаменитая*

книга Томаса Куна “Структура научных революций”. Сама книга произвела коренное преобразование и вызвала кризис рациональности невольно для ее автора.

Разделяемый образ науки

Как история могла привести к кризису? Частично благодаря предшествующему образу мумифицированной науки. Вначале дело выглядит так, как будто единого образа не было. Возьмем к примеру двух ведущих философов. Рудольф Карнап и Карл Поппер начали свой научный путь в Вене, в 1930-е годы уехали оттуда: Карнап – в Чикаго и

Лос-Анджелес, а Поппер в Лондон. Оттуда они начали свои длительные споры.

Они не соглашались во многом, но только потому, что сходились в основном: они считали, что естественные науки замечательны, а лучше всех — физика. Она служит воплощением человеческой рациональности. Было бы чудесно иметь критерий для отличения такой хорошей науки от плохой бессмыслицы или неправильно построенных рассуждений.

Здесь появилось первое расхождение: Карнап думал, что

необходимо проводить различие в терминах языка, в то время как Поппер считал, что изучение смыслов не имеет ничего общего с пониманием науки. Карнап говорил, что научный дискурс осмыслен, а метафизические рассуждения — нет. Осмысленные предложения должны быть *верифицируемы* в принципе, иначе они ничего не говорят о мире. Поппер думал, что верификация идет по неправильному пути, поскольку достаточно общие научные теории никогда не могут быть верифицированы. Их границы слишком широки для этого. Однако они могут быть проверены, и,

возможно, будет установлена их ложность. Предложение научно, если оно *фальсифицируемо* . По мнению Поппера, донаучная метафизика не так уж плоха, поскольку нефальсифицируемая метафизика часто служит спекулятивной предшественницей фальсифицируемой науки.

Это различие выдает еще одно, более глубокое. Верификация Карнапа направлена снизу вверх: делай наблюдения и смотри, как они подтверждают или верифицируют более общее утверждение. Фальсификация Поппера направлена сверху вниз: сначала сформируй

теоретическое утверждение, а затем выводил следствия и проверял их на истинность.

Карнап действует в рамках традиции, ставшей общепринятой начиная с семнадцатого века и полагавшей, что наука является индуктивной по своей природе. Исходно это обозначало, что исследователь должен делать точные наблюдения, проводить аккуратные эксперименты, честно записывать результаты, затем делать обобщения и проводить аналогии, постепенно вырабатывая гипотезы и теории, все время разрабатывая новые понятия для того, чтобы осмысливать и

организовывать факты. Если теории выдерживают последующие проверки, значит они содержат некоторые знания о мире. Мы даже можем прийти к основополагающим законам природы. Философия Карнапа – это форма такого подхода, принадлежащая двадцатому веку. Карнап думал о наших наблюдениях как об основаниях нашего знания и провел свои последние годы в попытках изобрести индуктивную логику, которая объяснила бы, как наблюдаемое свидетельство может поддерживать разнообразные гипотезы.

Существует более ранняя традиция. Древнегреческий рационалист Платон восхищался геометрией, но не думал так лестно о высокоразвитых металлургии, медицине или астрономии своих дней. Это преклонение перед дедукцией сохранилось в учении Аристотеля: подлинное знание, то есть наука, заключается в выведении следствий из исходных принципов с помощью доказательства. Поппер питал отвращение к идее исходных принципов, но его часто называют дедуктивистом, потому что он считал, что есть только одна логика — дедуктивная. Поппер соглашался с

Дэвидом Юмом, который в 1739 году выдвинул тезис о том, что наше стремление к обобщению опыта является лишь психологической склонностью. Такая склонность не может служить основанием для индуктивного обобщения, так же как склонность молодого человека не доверять своему отцу не является основанием доверять первому больше, чем второму. Согласно Попперу, рациональность науки не имеет ничего общего с тем, как хорошо наш опыт поддерживает наши гипотезы. Рациональность, полагает он, — суть метода, а метод, заключается в выдвижении гипотез и

их опровержении. Образует далеко идущие предположения о мире, выведем из них некоторые наблюдаемые следствия. Проверим, истинны ли они. Если да, проведем другие проверки. Если нет, пересмотрим предположения или, еще лучше, придумаем новые.

Согласно Попперу, мы можем сказать, что гипотеза, прошедшая множество проверок, является подкрепленной (corroborated), но это не значит, что она хорошо поддерживается эмпирической очевидностью. Это означает лишь, что эта гипотеза удержалась на плаву в бурном море критических

проверок. Карнап, напротив, пытался создать теорию подтверждения, анализируя то, как соответствие с эмпирическими данными делает гипотезу более вероятной. Сторонники Поппера упрекают сторонников Карнапа за то, что те не создали жизнеспособной теории подтверждения (confirmation). Те же, в отместку, говорят, что разговоры Поппера о подкреплении либо пусты, либо являются скрытым способом ввести в обсуждение понятие подтверждения.

Поля битв

Карнап думал, что концепции *значения* и теория *языка* важны для философии науки. Поппер презирал эти проблемы как схоластические. Карнап предпочитал *верификацию* как средство для отличения науки от ненауки. Поппер поддерживал *фальсификацию* . Карнап пытался сформулировать хорошие основания для такого различия в терминах теории *подтверждения* , а Поппер считал, что рациональность заключается в методе. Карнап думал что знание имеет *основания* , а Поппер считал, что оснований нет, и все наше знание *подвержено ошибкам* (*fallible*). Карнап верил в

индукцию, а Поппер считал, что нет иной логики кроме дедукции.

Все это создает впечатление, что до Куна не было стандартного, общепринятого “образа” науки. Но это не так: как только мы встречаем двух философов, расходящихся по десятку различных пунктов, мы знаем, что на самом деле они согласны практически во всем. Они разделяют один и тот же образ науки, образ, отвергаемый Куном. Если бы два человека и в самом деле были бы не согласны по поводу основных вопросов, они не нашли бы общей почвы для последовательного обсуждения специфических отличий.

Общая почва

Карнап и Поппер полагали, что естественные науки – наилучший образец рационального мышления. Приведем другие положения, по которым они сходились. Они использовали эти положения по-разному, но важно то, что такие общие положения были.

Оба философа думали, что существует довольно четкое различие между *наблюдением* и *теорией*. Оба считали, что рост знания в общем *кумулятивен* (т.е. носит накопительный характер). Поппер придавал большое значение

опровержениям, но считал, что наука развивается эволюционно и стремится к истинной теории универсума. Оба философа считали, что у науки довольно строгая *дедуктивная структура* . Оба считали, что научная терминология является или должна быть достаточно *строгой* . Оба верили в *единство науки* . Это означает, что все науки должны применять одни и те же методы, так что гуманитарные науки должны иметь ту же методологию, что и физика. Более того, они полагали, что по крайней мере естественные науки являются частью одной науки, и мы вправе

ожидать от биологии, что она будет сведена к химии, так же как химия сводится к физике. Поппер пришел к мысли, что по крайней мере часть психологии и социального мира не сводится строго к физическому миру, но у Карнапа не было подобных сомнений. Он был основателем серии томов под общим названием “Энциклопедия единой науки”.

Оба соглашались с тем, что существует фундаментальное отличие *контекста подтверждения* (*justification*) от *контекста открытия*. Эти термины принадлежат Гансу Рейхенбаху, третьему знаменитому

философскому эмигранту этого поколения. Обсуждая контекст открытия, историки, экономисты, социологи или психологи зададут уйму вопросов: Кто сделал открытие? Когда? Было ли это счастливой догадкой, идеей, украденной у соперника, или вознаграждением за двадцатилетний упорный труд? Кто оплачивал исследование? Какая религиозная или социальная среда способствовала или препятствовала этой разработке? Все эти вопросы возникают в контексте *открытия* .

Теперь рассмотрим конечный интеллектуальный продукт: гипотезу,

теорию или мнение. Разумна ли она, подтверждена ли фактами, подкреплена ли экспериментом, прошла ли строгую проверку? Это вопросы о *подтверждении* или *непротиворечивости*. Философы заботятся о подтверждении, логике, причине, непротиворечивости, методологии. С профессиональной точки зрения Поппера и Карнапа не интересовали исторические обстоятельства открытия, психологические нюансы, общественные взаимодействия, экономическая среда. Как говорил Кун, они использовали историю только в хронологических целях или

как источник различных примеров, пригодных для иллюстрации своих концепций. Поскольку представление Поппера о науке более динамично и диалектично, оно ближе историцисту Куну, чем плоский формализм работ Карнапа по подтверждению. Но все же, в основном, философские системы Карнапа и Поппера аисторичны: они рассматривают науку вне времени, вне истории.

Размывание образа

Прежде чем объяснить, почему Кун отошел от своих предшественников, мы можем легко

составить список отличий, просто пройдясь по основаниям, которые были общими для Поппера и Карнапа. Кун придерживается следующего.

Не существует резкого различия между наблюдениями и теорией.

Наука не кумулятивна (то есть не носит накопительного характера).

Реальная наука не имеет строгой дедуктивной структуры.

Реальные научные понятия не очень точны.

Методологическое единство науки – ложь: существует множество разрозненных средств, используемых для исследований различного вида.

Сами по себе науки разъединены. Они состоят из большого числа только отчасти пересекающихся малых дисциплин, представители которых с течением времени могут даже не понимать друг друга. (По иронии судьбы, бестселлер Куна появился в отживающей свой век серии “Энциклопедия единой науки”.)

Контекст подтверждения не может быть отделен от контекста

открытия.

Наука живет во времени и является существенно исторической.

Под вопросом ли разум?

До сих пор я не упоминал то первое положение, по которому сходились Поппер и Карнап, а именно, представление о том, что естественная наука служит образцом рациональности, жемчужиной человеческого разума. Думал ли Кун, что наука иррациональна? Не совсем так, хотя нельзя утверждать, что он считал ее “рациональной”. Я

сомневаюсь, что он вообще интересовался этим вопросом.

Теперь мы должны пройтись по некоторым основным тезисам Куна для того, чтобы осмыслить приведенный выше список отрицаний и понять, как все это относится к рациональности. Не ожидайте, что Кун настолько уж далек от своих предшественников, как это может показаться. Противостояние между философами по каждому пункту указывает на принципиальное согласие в основаниях, но в некоторых отношениях Кун противостоит Карнапу и Попперу по всем пунктам.

Нормальная наука.

Самое знаменитое слово Куна *парадигма* , но о нем речь пойдет чуть позже. Сперва мы должны подумать об упорядоченной структуре научной революции, предложенной Куном. Она такова: *нормальная наука* , *кризис* , *революция* , *новая нормальная наука*.

Тезис Куна о существовании нормальной науки состоит в том, что в стабильные периоды развития науки деятельность ученых состоит главным образом в “починке” существующей теории. Нормальная наука *решает головоломки* .

Практически любая хорошо разработанная теория относительно какого-либо аспекта действительности когда-нибудь перестает “справляться” с фактами: “Каждая теория, утверждает Кун, рождается опровергнутой”. Такие неудачи выглядят как *аномалии* в теории, которая однако в других отношениях остается привлекательной и полезной. Есть надежда, что с помощью небольших изменений теория будет “починена” настолько, чтобы объяснять и устранять эти незначительные контрпримеры. Часть деятельности в период нормальной науки сводится к

математическому оформлению теории, так что теория становится более понятной, ее следствия более очевидными, а ее связь с природными явлениями более глубокой. Другая часть – это поиски и разработка технологических приложений теории. Некоторые компоненты нормальной научной деятельности состоят в экспериментальном развитии и объяснении фактов, следующих из теории. Другие – заключаются в более точном измерении величин, о важности которых говорит теория. Часто цель состоит просто в том, чтобы получить точное число с

помощью некоторого остроумного метода. Это делается не для того, чтобы проверить или подтвердить теорию. Как это ни печально, но, вопреки весьма распространенному мнению, полагает Кун, – нормальная наука не занимается подтверждением, верификацией, фальсификацией или вообще делом выдвижения гипотез и их опровержением. Тем не менее, нормальная наука конструктивно собирает корпус знаний и понятий, относящихся к некоторой области действительности.

Кризис и революция

Иногда аномалии не проходят, а накапливаются. Некоторые из них начинают требовать неотложного решения и фокусируют энергию наиболее деятельных членов научного сообщества. В то же время чем больше люди работают над ошибками в теории, тем хуже идут дела. Скапливаются контрпримеры, и вся теоретическая перспектива затуманивается. Дисциплина оказывается в *кризисе*. Единственный возможный выход — это совершенно новый подход, использующий новые понятия. Все спорные явления становятся сразу же понятными в свете этих новых идей.

Многие исследователи, пожалуй, чаще всего самые молодые, обращаются к новым гипотезам, несмотря на то, что существуют и такие исследователи, которые даже не понимают радикальных изменений, происходящих в их области. По мере того, как новая теория испытывает быстрый прогресс, старые идеи отодвигаются в сторону. Произошла революция.

Новая теория, также как и любая другая, рождается опровергнутой. Новое поколение исследователей начинает заниматься аномалиями. Мы имеем новую нормальную науку и начинаем снова

решать головоломки, делать
прикладные работы, создавать
подходящие математические
средства, объяснять
экспериментальные явления,
измерять.

Новая нормальная наука может интересоваться совершенно другими вопросами, отличными от тех, которые были связаны со старым корпусом знаний. Возьмем наименее спорный пример – измерение. Новая нормальная наука может выделять для измерения другие величины и быть равнодушной к точному измерению тех параметров, которые считались главными на

предшествующих стадиях развития науки. В девятнадцатом веке аналитические химики много работали над определением атомных весов. Каждый элемент был взвешен по крайней мере с точностью до третьего десятичного знака. Затем, около 1920 года, новая физика выяснила, что встречающиеся в природе элементы на самом деле являются смесью изотопов. Для многих практических целей до сих пор полезно считать, что земной хлор имеет атомный вес 35,453. Но это довольно случайный факт, относящийся к нашей планете. Более глубокое знание заключается в том,

что хлор имеет два стабильных изотопа, 35 и 37. (Это не точные числа, поскольку существует еще один фактор, называемый энергией связывания). Эти изотопы смешаны на нашей планете в пропорциях 75,53 к 24,47.

“Революция” – не новость

Мысль о научной революции принадлежит не Куну. Мы давно были знакомы с идеей коперниканской, или “научной революции”, которая преобразовала интеллектуальную жизнь семнадцатого века. Во втором издании “Критики чистого разума”

(1787 г.) Кант говорит об “интеллектуальной революции”, которую проделал Фалес или кто-то другой, превратив эмпирические методы математики в строгие доказательства. На самом деле идея революции в научной сфере почти что ровесница идее политической революции. Обе закрепились во времена французской революции (1789 г.) и революции в химии (скажем, 1785 г.). Конечно, это не было началом. В Англии была своя “Славная (бескровная – Я. Х.) революция” в 1688 г., как раз в то время, когда стало понятным, что

научная революция может происходить и в умах людей.

Химики во главе с Лавуазье, заменили флогистонную теорию горения кислородной. Где-то в это время, как подчеркивал Кун, произошло глобальное изменение многих химических понятий, таких как смесь, соединение, элемент, субстанция и т.п. Чтобы правильно понять Куна, мы не должны фиксировать свое внимание на великих революциях, подобных этой. Лучше подумать о меньших по масштабу революциях в химии. Лавуазье учил, что кислород есть основа кислотности, то есть что

каждая кислота есть соединение, содержащее кислород. Одна из наиболее сильных кислот (и тогда, и сейчас) называлась муриатической кислотой. В 1774 году было показано, как получить из нее газ. Газ называли дефлогистированной муриатической кислотой. После 1785 года этот газ с неизбежностью был переименован в окислородненную муриатическую кислоту. К 1811 году Хэмфри Деви показал, что этот газ является химическим элементом, а именно хлором. Муриатическая кислота — это обычная соляная кислота, HCl . Она не содержит кислорода. Кислотная концепция

Лавуазье была тем самым опровергнута. Это событие было справедливо названо в то время революцией. Оно даже обладало признаком, указанным Куном: оставались приверженцы старой школы. Великий европейский аналитический химик Й.Я. Берцелиус (1179-1848) так и не признал публично того факта, что хлор является элементом, а не соединением кислорода.

Идея научной революции сама по себе не ставит под вопрос научную рациональность. Мы давно знакомы с этой идеей, но это не мешало нам оставаться

рационалистами. Правда, Кун выдвигает тезис о том, что каждая нормальная наука несет в себе зародыши своего собственного разрушения. В этом заключена идея вечной революции. Но и это положение само по себе не иррационально. Может ли куновская идея революции как смены парадигм быть вызовом рациональности?

Парадигма как достижение

“Парадигма” была модным словом в последние двадцать лет благодаря Куну. Это прекрасное старое слово, заимствованное английским языком непосредственно

из греческого 500 лет назад. Оно означает образец, пример или модель. Слово имело технический смысл. Когда вы механически учите иностранный язык, скажем латынь, вы заучиваете, например, спряжение глагола *amare* (любить): *amare* , *amo* , *amas* , *amat* , ..., а затем спрягаете глаголы из того же класса по той же модели, называемой парадигмой. Святой, с которого берется пример в жизни, также назывался парадигмой. Это слово Кун спас от забвения.

Говорили, что в “Структуре научных революций” Кун использовал слово “парадигма” в двадцати двух разных смыслах.

Позднее он сконцентрировался на двух смыслах. Один из них – это парадигма как научное достижение. Во время научной революции, обычно существует какой-либо пример успешного решения старой проблемы совершенно новым путем, с использованием новых понятий. Такой пример служит моделью для следующего поколения исследователей, которые пытаются решить другие проблемы тем же путем. Здесь существует элемент заучивания наизусть, так же как в спряжении латинских глаголов, оканчивающихся на *-are* . Но в то же время здесь присутствует и более

свободный подход к модели, как в случае, когда в качестве парадигмы выбирается любимый святой или ролевая модель. Парадигма как достижение есть ролевая модель нормальной науки.

В идее парадигмы как достижения нет ничего, что говорило бы против научной рациональности, как раз наоборот.

Парадигма как набор общих ценностей

Когда Кун пишет о науке, он обычно имеет в виду не всю огромную машину современной

науки, но довольно малые группы научных исследователей, которые проводят одну и ту же линию исследований. Он называл это дисциплинарной матрицей, состоящей из взаимодействующих исследовательских групп с общими проблемами и целями. Она может включать около сотни людей на передовом фронте науки, плюс студенты и ассистенты. Часто такую группу может определить даже несведущий человек или социолог, ничего не знающий о науке. Он просто отмечает, кто с кем переписывается, кто кому звонит по телефону, кто публикует препринты,

кто приглашается на бесчисленные специальные научные собрания, где обмениваются самой свежей информацией за годы до того, как она будет опубликована. Хорошим ключом к идентификации дисциплинарной матрицы являются ссылки на одних и тех же авторов в конце статей. Запросы на финансирование рецензируются “коллегами-рецензентами”.

Множество этих коллег может служить приблизительным указателем на дисциплинарную матрицу в одной стране, но такие матрицы часто являются международными.

Внутри такой группы существуют общие методы, стандарты и основные предположения. Они передаются ученикам, внедряются в книги, используются в принятии решений по поводу того, какое исследование поддерживать, какие проблемы имеют значение, какие решения допустимы, кого следует поддерживать, кто рецензирует статьи, кто публикует, кто терпит неудачу. Это парадигма как набор общих ценностей.

Парадигма как система-общих-ценностей настолько тесно связана с парадигмой как достижением, что

употребление одного и того же слова “парадигма” в обоих случаях является естественным. Научное достижение — одна из общих ценностей науки. Достижение устанавливает стандарт совершенства, предлагает модель исследования, указывает на класс аномалий, над которыми можно не без пользы ломать голову. “Не без пользы” звучит двусмысленно. Это значит, что в понятийных рамках, установленных исходным достижением, этот вид работы принесет интеллектуальное удовлетворение. В то же время это означает, что такой тип работы в

данной дисциплине вознаграждается продвижениями, финансовой поддержкой, учениками и т. д.

Не чувствуется ли здесь некоторый иррациональный душок? Не являются ли все эти ценности чисто социальными конструктами? Не являются ли все ритуалы инициации и перехода из одного статуса в другой лишь разновидностями изученных социальными антропологами частей нашей и иных культур, в которых нет особых притязаний на разум? Может быть и так, но что из этого? Поиски истины и разума несомненно организованы по тем же социальным

формулам, что и другие поиски и стремления, такие как поиски счастья или стремление к геноциду. Тот факт, что ученые – люди и что научные сообщества суть (со)общества, отнюдь не бросает тени на научную рациональность.

Обращение

Угроза рациональности идет непосредственно от куновского представления о революционной смене парадигм, о переходе от одной парадигмы к другой. Он сравнивает этот переход с религиозным обращением, а также с явлением переключения гештальта. Если вы

нарисуете перспективное изображение куба на бумаге, вы можете увидеть его обращенным то в одну, то в другую сторону. Витгенштейн использовал фигуру, которую можно видеть то как кролика, то как утку. Говорят, что религиозное обращение — это важнейшая разновидность подобного явления, вызывающая радикальное изменение способа восприятия мира.

Переключение гештальта не предполагает использования разумных доводов. Конечно, бывает и аргументированное религиозное обращение — этот факт подчеркивается больше в

католической традиции, чем в протестантской. Но Кун под обращением имеет в виду процесс “рождения заново”. Он мог бы вспомнить Паскаля, который утверждал, что лучший способ стать верующим — это жить среди верующих, неосознанно участвуя в их ритуалах, до тех пор, пока они не станут восприниматься как истинные.

Такие размышления не означают, что нерациональное изменение мнения не может быть переключением с менее разумного на более разумное учение. Сам Кун побуждает нас произвести смену

гештальта, с тем чтобы перестать рассматривать развитие науки как подчиненной лишь старым канонам рациональности и логики. Наиболее важно то, что он предлагает новую картину: после смены парадигмы члены новой дисциплинарной матрицы “живут в другом мире”, отличном от мира их предшественников.

Несоизмеримость

Жизнь в другом мире влечет за собой одно очень важное следствие. Мы можем захотеть сравнить достоинства старой парадигмы с достоинствами ее преемницы. Ведь

революция оправдана, только если новая теория удовлетворяет известным фактам лучше, чем старая. Кун однако настаивает на том, что часто не удастся даже сформулировать идеи старой теории на языке новой: новая теория – это новый язык. И способа нахождения нейтрального теоретического языка, в котором можно выразить, а затем сравнить обе теории, не существует.

Мы самодовольно предполагаем, что последующая теория ассимилирует открытия своей предшественницы. Однако с точки зрения Куна может случиться, что эти открытия не смогут быть даже

выражены на языке новой парадигмы. Наша старая картина развития знания была картиной накопления знаний, их кумуляцией, осуществляющейся несмотря на случайные неудачи. Согласно Куну, хотя нормальная наука может и быть кумулятивной, наука в целом не идет по этому пути. Обычно после революции большой фрагмент некоторой части химии или биологии бывает забыт и становится доступным только историку, который с трудом вживается в уже забытое мировоззрение. Конечно, критики будут спорить о том, насколько типична нарисованная Куном

картина. Они будут не без основания придерживаться того, что более типичен тот случай, когда, например, квантовая теория относительности берет под свое крыло классическую релятивистскую теорию.

Объективность

Кун был поражен тем, что его работа (так же как и работы его сторонников) вызвала кризис в представлениях о рациональности. Впоследствии он писал, что он никогда не намеревался отвергать обычных достоинств научных теорий. Теории конечно же должны быть точными, то есть в

максимальной степени
удовлетворять существующим
экспериментальным данным. В то же
время они должны быть внутренне
непротиворечивыми и
согласовываться с другими
принятыми теориями. Они должны
охватывать достаточно широкий круг
данных и быть богаты следствиями,
просты в своей структуре, организуя
факты понятным образом. Теории
должны быть плодотворными,
открывать новые события, новые
методы, новые связи. В рамках
нормальной науки критические
эксперименты, позволяющие отдать
предпочтение какой-либо из

конкурирующих гипотез, могут быть редки, но не невозможны.

Эти замечания казалось бы далеки от ставших популярными идей из “Структуры научных революций”. Не следует забывать, однако, что далее Кун делает два фундаментальных замечания. Во-первых, его пять перечисленных выше критериев равно как и другие, подобные им, никогда не достаточны для того, чтобы сделать решающий выбор между соперничающими теориями. При оценке теорий на первый план выступают свойства, для которых в принципе не может быть найдено формального

алгоритма. Во-вторых, как утверждает Кун:

“Сторонники различных теорий ... являются носителями разных языков... Я считаю, что существуют значительные пределы того, что защитники различных теорий могут сообщить друг другу... В то же время, несмотря на неполноту их коммуникации, сторонники соперничающих теоретических систем могут демонстрировать друг другу – не всегда с легкостью – конкретные технические результаты, получаемые теми, кто разрабатывает каждую из теорий”.

Когда вы принимаете теорию, продолжает Кун, вы “начинаете говорить на ее языке, как его носитель. Ничего похожего на выбор не произошло,” но в конце концов вы начинаете говорить на новом языке, как его носитель. Дело обстоит не так, что вы держите в голове обе теории и сравниваете их пункт за пунктом: они для этого слишком разные. Вы постепенно обращаетесь в новую веру, и это проявляется в том, что вы входите в другое языковое сообщество.

Анархо-рационализм

Я думаю, что первоначально Кун не собирался вообще обращаться к теме рациональности. Его современник Пол Фейерабенд действовал иначе. Его радикальные идеи иногда пересекались с идеями Куна, но он был давним врагом догматической рациональности. Он называл себя анархистом, но, поскольку анархисты зачастую наносят людям увечья, он сам предпочитал называть себя дадаистом. Пусть не будет никаких канонов рациональности, никакого привилегированного класса хороших оснований и никакой

предпочтительной науки или парадигмы, призывает Фейерабенд. Эти моральные нормы частично проистекают из представления о человеческой природе. Рационалисты систематически пытались ограничить свободный дух человеческого разума, проповедуя какой-либо один типа рациональности. Хотя, как утверждает Фейерабенд, существует много типов рациональности, большое количество стилей мышления, а также много хороших образов жизни, где то, что можно назвать рациональными доводами, не имеет столь уж большого значения. С

другой стороны, Фейерабенд не запрещает использование какого бы то ни было типа рациональности и, несомненно, обладает своим.

Реакции

В отличие от некоторых аспектов концепции Фейерабенда, основные положения книги Куна открыто не противостоят научной рациональности. Они просто предлагают другую картину науки, отличную от общепринятой. Она оспаривалась по всем пунктам. Его исторические экскурсы ставились под вопрос, его обобщения подвергались сомнению, его взгляды

на язык и несоизмеримость сурово критиковались. Некоторые философы заняли оборонительные позиции, стараясь защитить старые идеи. Другие атаковали Куна, предлагая новые подходы из желания улучшить его концепцию. Имре Лакатош был одним из них. Его работа обсуждается ниже, в восьмой главе. Он считал, что улучшает концепцию Поппера, исходя из концепции Куна. Он хотел освободить научную рациональность от куновской “психологии толпы”. Лакатош изобрел увлекательную “Методологию научных исследовательских программ” не

столько для того, чтобы опровергнуть Куна, сколько для того, чтобы предложить альтернативное, рационалистическое, видение науки.

Мой собственный подход к рациональности слишком похож на подход Фейерабенда, чтобы обсуждать его в дальнейшем: то, что следует ниже, относится к научному реализму, а не к рациональности. Наилучшее резюме настоящего состояния проблемы рациональности дает Ларри Лаудан. Вот оно.

“Из современных исторических фактов мы можем заключить, что:

1) Переходы в теории, вообще говоря, не кумулятивны, то есть ни логическое, ни эмпирическое содержание теории, ни даже получившие подтверждение следствия более ранних теорий полностью не сохраняются при замещении их более новыми.

2) Теории, вообще говоря, не отвергаются просто на том основании, что содержат аномалии, и, в общем, не принимаются лишь потому, что получают эмпирическое подтверждение.

3) Изменения в научных теориях и споры вокруг них касаются

в большей степени концептуальных вопросов, чем вопросов опытного подтверждения.

4) Специфические и 'локальные' принципы научной рациональности, которые ученые используют при оценке теорий, не являются постоянными, они значительно менялись на протяжении развития науки.

5) Существует широкий спектр когнитивных установок, которые ученые занимают по отношению к теориям, включая принятие, отвержение, разработку, учитывание и т. д. Любая теория

рациональности, которая обсуждает только первые два, будет не способна иметь дело с большинством ситуаций, которые встают перед учеными.

6) Учитывая общеизвестные трудности, связанные с понятиями 'приближенной истинности' – как на семантическом, так и на эпистемическом уровнях – мало правдоподобно, что та позиция по отношению к научному прогрессу, которая считает, что цель науки – эволюция на пути к большему правдоподобию, позволит представить науку в качестве рациональной деятельности.

7)

Сосуществование конкурирующих теорий – скорее правило, чем исключение, так что оценка теорий есть, в основном, дело сравнения.”

Лаудан считает, что критерий научной рациональности заключается в способности науки решать проблемы. Теория T предпочтительней теории T^* , если теория T помогает решать больше проблем, чем T^* . Мы не должны беспокоиться по поводу того, находится ли T ближе к истине, чем T^* (положение 6). Теории можно оценивать, только сравнивая их возможности для решения проблем

(пункт 7). Согласованность с экспериментальными фактами – это не единственная вещь, которая учитывается в науке; большое значение имеет также способность теории решать концептуальные проблемы (пункт 3). Рациональным может быть признано исследование, основанное на идеях, которые не согласуются с имеющейся информацией, поскольку исследование приобретает ценность, если оно ведет к решению проблем (пункт 2).

Мы не должны подписываться под всеми положениями Лаудана. Я разделяю с критиками Лаудана

сомнение в том, что мы можем сравнивать теории по их способности к решению проблем. Для меня наиболее важное наблюдение Лаудана (пункт 5) заключается в том, что процедуры принятия и отвержения теорий есть лишь малая часть реальной научной деятельности. Едва ли кто-либо вообще занимается этим в науке. Но я вообще делаю иной вывод: вопреки Лаудану я полагаю, что сама рациональность имеет малое значение для науки. Философ языка Джилберт Райл давно заметил, что для нас важнее не слово “рациональное”, а слово

“иррациональное”. О своей мудрой тетке Патрисии я никогда не скажу, что она рациональна (скорее, она разумна, мудра, имеет развитое воображение и восприятие). И я скажу о своем глупом дяде Патрике, что иногда он иррационален (а также ленив, путаник, безответствен, ненадежен). Аристотель учил, что люди – это разумные животные, что означает, что они способны рассуждать. Мы можем согласиться с этим, не считая, что “рациональный” – это оценочное слово. Однако в нашем современном языке слово “иррациональный” оценочно, и оно может означать помешанный,

противоречивый, ненадежный,
мерцающий, лишенный знания о
себе и многое другое.
“Рациональность”, изучаемая
философами науки, лишена для меня
очарования так же, как и для
Фейерабенда. Реальность гораздо
интереснее. И дело не в том, что
лучше само слово реальность. Более
интересным является понятие
реальности. Как бы то ни было,
посмотрите, какими историческими
мы уже стали. Лаудан выводит свои
заключения “из существующей
исторической очевидности”.
Дискурс философии уже
трансформировался с того времени,

как Кун писал свою книгу. Мы уже больше не демонстрируем, как это утверждал Ницше, нашу приверженность науке, деисторизируя ее.

Рациональность и научный реализм

Вот и все о вводных темах философии науки, о которых мы *не будем* говорить дальше. Конечно, реальность и рациональность не такие уж разные понятия. Если я и затрону предметы, о которых говорится в этом введении, ударение будет всегда приходиться на реализм.

Глава 5 посвящена

несоизмеримости, но лишь
поскольку концепция
несоизмеримости содержит
зародыши ирреализма. Глава 8
посвящена Лакатошу, которого часто
считают защитником
рациональности, но он появляется
здесь, поскольку он показывает, как
можно быть реалистом, не
придерживаясь *корреспондентной*
теории истины.

Другие философы сближают
понятия рациональности и
реальности. Например, Лаудан —
рационалист, который нападает на
теории реализма. Это происходит
потому, что многие хотят

использовать реализм в качестве основы теории рациональности, а Лаудан считает, что это страшная ошибка. Под конец книги я приду к определенной концепции реализма, но не вопреки Лаудану, поскольку я никогда не использую понятие реализма в качестве основы для “рациональности”.

Напротив, Хилари Патнэм начинает свою книгу 1982 года “Разум, истина и история” с утверждения о довольно тесной связи между понятиями “истины” и “рациональности”. (Истина — это один из заголовков, под которым обсуждается научный реализм). “Еще

более огрубленно, — продолжает Патнэм, можно сказать: единственный критерий того, что нечто есть факт, заключается в том, что принятие этого нечто является рациональным актом” (стр. X). Прав Патнэм или нет, но Ницше опять оказался реабилитированным. Когда-то философские книги на английском языке имели заголовки типа “Язык, истина и логика” (А. Айер, 1936). В 1982 году выходит “Разум, истина и история”.

Но сейчас мы не будем останавливаться на истории. Я буду использовать исторические примеры для того, чтобы извлекать уроки, и

буду предполагать, что знание само по себе — исторически развивающаяся сущность. Оно может быть частью истории идей или интеллектуальной историей. Существует более простое, старомодное понятие истории, истории не того, что мы думаем, а того, что мы делаем. Это не история идей, но просто история (без определения). Я разделяю разум и реальность более остро, чем Лаудан и Патнэм, поскольку я думаю, что реальность больше относится к тому, что мы делаем в мире, чем к тому, что мы о нем думаем.

Рейчел

“Реальность... что за понятие” – С.
В.

Благодарности

Эта книга была подготовлена в то время, когда Нэнси Картрайт из философского отделения Стэнфордского университета развивала идеи своей книги “Как лгут законы физики”. Существует несколько параллелей между ее книгой и моей. В обеих книгах меньшее значение придается истинности теорий, а большее — некоторым теоретическим ценностям. Она настаивает на том, что только феноменологические законы физики достигают истины, в то время как я ниже, в части Б, подчеркиваю, что экспериментальная наука живет

жизнью более независимой от теоретизирования, чем это обычно представляется. Я многим обязан обсуждению этих проблем с Нэнси Картрайт. У нас различные исходные антитеоретические позиции, поскольку она акцентирует внимание на моделях и аппроксимациях, тогда как я подчеркиваю ценность эксперимента, но все же мы сходимся в философии, близкой для нас обоих.

Я с большим интересом вел беседы об эксперименте с Фрэнсисом

Эвериттом из физической лаборатории Хэнсона (Стэнфорд). Мы вместе написали очень длинную статью под названием “Теория и эксперимент: что чему предшествует?” В ходе сотрудничества я многому научился у этого талантливого экспериментатора с широкими историческими интересами. (Эверитт возглавляет два проекта по гироскопии, которые вскоре будут использованы для проверки общей теории относительности путем изучения прецессии гироскопа в спутнике. Он также является автором книги “Джеймс Клерк Максвелл” и

многочисленных эссе в “Словаре научных биографий”). Мой долг Эверитту особенно очевиден в 9-й главе. Разделы, которые написаны в основном благодаря Эверитту, помечены знаком (Э). Я также благодарю его за тщательный просмотр окончательного варианта текста.

Ричард Скаер из Петерхауза (Кэмбридж) познакомил меня с микроскопами во время своей исследовательской работы в гематологической лаборатории Кэмбриджского университета, тем

самым подводя меня к 11-й главе. Мелисса Франклин, работающая на Стэнфордском Линейном Ускорителе, рассказала мне о PEGGY II, тем самым предоставив основной материал для 16-й главы. Наконец, я благодарю Мэри Хессе, редактора издательства, за многочисленные вдумчивые предложения.

11-ая глава взята из *Pacific Philosophical Quarterly* , 62 (1981), pp. 305-322. 16-ая глава переделана из статьи в *Philosophical Topics* , 2 (1982). Части глав 10, 12 и 13 – это адаптация книги *Versuchungen: Aufsä*

tze zur Philosophie Paul Feyerabends (ed. Peter Duerr), Suhrkamp: Frankfurt, 1981, Bd. 2, pp. 126-158. Глава 9 касается моей совместной работы с Эвериттом, а глава 8 развивает мой обзор книги Лакатоша в *British Journal for the Philosophy of Science*, 30 (1979), pp. 381-410. Книга началась с середины — части, названной мною “Перемена”. Это был доклад, которым меня попросили открыть студенческую философскую конференцию Стэнфорда-Беркли, состоявшуюся в апреле 1979 года. В ней еще видны знаки того, что она была написана в Дельфах за две недели до этого.

Аналитическое содержание

Введение : Рациональность

Рациональность и реализм — две основные темы современной философии науки. Существуют вопросы, касающиеся разума, фактов и метода, и существуют вопросы о том, что такое мир, что в нем есть и что истинно о нем. Эта книга о реальности, а не о рациональности. Введение посвящено тому, чего в этой книге нет. Оно содержит в

качестве основания обзор некоторых проблем рациональности, которые порождены ставшей классической книгой Томаса Куна “Структура научных революций”.

Часть А: Представление

1. Что такое научный реализм?

Реализм относительно теорий говорит о том, что целью теорий является истина, и иногда они

приближаются к ней. Реализм относительно объектов говорит о том, что объекты, упоминаемые в теории, должны действительно существовать.

Антиреализм относительно объектов говорит, что объекты, постулируемые теориями, в лучшем случае являются полезными интеллектуальными фикциями.

2. Построение и причинение (каузация)

Дж. Смарт и другие материалисты говорят, что теоретические объекты

существуют, если они находятся среди строительных кирпичиков вселенной. Н. Картрайт утверждает существование тех объектов, каузальные свойства которых хорошо известны. Ни один из этих реалистов относительно понятий не обязан быть реалистом относительно теорий.

3. Позитивизм

Такие позитивисты как О. Конт, Э. Мах и Б. ван Фраассен являются антиреалистами как относительно

теорий, так и относительно объектов. По их мнению следует верить только тем предложениям, чья истинность может быть установлена путем наблюдения. Позитивисты подозрительно относятся к таким понятиям как причинение (каузация) и объяснение. Они придерживаются того мнения, что теории являются инструментами для предсказания явлений и для организаций наших мыслей. Приводится критика “вывода к наилучшему объяснению”.

4. Прагматизм

Ч. С. Пирс говорил, что нечто является реальным, если сообщество исследователей в конце концов согласится с тем, что оно существует. Он думал, что истина — это то, на чем в конечном счете будет основываться научный метод, при условии, что исследование будет продолжаться достаточно долго. У. Джеймс и Дж. Дьюи обращают мало внимания на эту длительность, большее внимание они уделяют тому, во что в настоящее время считается более удобным верить и что обсуждать. Что касается современных философов, то Х.

Патнэм идет вслед за Пирсом, тогда как Р. Рорти предпочитает Джеймса и Дьюи. Это два различных вида антиреализма.

5. Несоизмеримость

Т. С. Кун и П. Фейерабенд как-то сказали, что соревнующиеся теории трудно сравнивать для того, чтобы определить, какие из них лучше согласуются с фактами. Эта идея в сильной степени поддерживает один из видов антиреализма. Здесь содержится по крайней мере три

идеи. Несοиζмеримοсть тем: соперничающие теории могут лишь частично пересекаться, так что трудно сравнивать их по их подтверждаемости. Диссоциация: по прошествии достаточно долгого времени и после изменения теории один из взглядов на мир может быть совершенно не понятен для более поздней эпохи. Несοиζмеримοсть значений: некоторые идеи относительно языка подразумевают, что соперничающие теории всегда взаимно не сопоставимы и взаимно не переводимы, так что разумное сравнение теорий в принципе не возможно.

6. Референция

Х. Патнем разрабатывает концепцию “значения”, которая избегает выводов о несоизмеримости значений. Успехи и неудачи этой идеи иллюстрируются короткими историями референтов таких терминов, как глиптодонт, электрон, кислота, теплород, мюон, мезон.

7. Внутренний реализм

Патнэмовское исследование значения началось с некоторого рода реализма, но постепенно становилось все более прагматическим и антиреалистическим. Дается описание этих сдвигов, которые сравниваются с философией Куна. Как Патнэм, так и Кун подошли близко к тому, что лучше всего называется трансцендентальным номинализмом.

8. Суррогат истины

У И. Лакатоша есть методология научной исследовательской программы, предназначенная быть противоядием концепции Куна. Эта методология выглядит, как описание рациональности, но скорее похожа на объяснение того, как научная объективность не должна зависеть от теории истины, основанной на соответствии.

Перемена: Реальные объекты и представления

Эта глава касается антропологической фантазии об идеях реальности и представления, начиная с пещерных людей и кончая Г. Герцем. Она используется для того, чтобы показать, почему споры между реализмом и антиреализмом никогда невозможно решить, оставаясь на уровне представления. Следовательно, мы поворачиваемся от истины и представления к экспериментированию и манипуляциям.

Часть Б: Вмешательство

9. Эксперимент

Теория и эксперимент имеют различные взаимоотношения в разных науках и на разных стадиях их развития. Нет единого правильного ответа на вопрос “Что является первым: эксперимент, теория, изобретение, технология...?”

Приводятся иллюстративные примеры из оптики, термодинамики, физики твердого тела и радиоастрономии.

10. Наблюдение

Н.Р.Хэнсон предположил, что все утверждения о наблюдении заряжены теорией. На самом деле наблюдение не относится к языку, а относится к умению. Некоторые наблюдения являются совершенно дотеоретическими. Работы Ч. Гершель по астрономии и У. Гершеля по тепловому излучению используются для того, чтобы проиллюстрировать некоторые банальности о наблюдении. Мы используем слово “видеть” в ситуациях, когда речь идет далеко не

о зрении невооруженным глазом, а об использовании информации, передаваемой теоретически постулируемыми объектами.

11. Микроскопы.

Видим ли мы с помощью микроскопов? Существует множество типов светового микроскопа, основанных на различных свойствах света. Мы считаем, что мы видим в основном благодаря тому, что различные физические системы предоставляют

одну и ту же картину. Мы “видим” даже с помощью акустического микроскопа, который использует не свет, а звук.

12. Теоретизирование, вычисление, модели, приближения

Существует не единственный род деятельности, который можно назвать теоретизированием. Есть множество видов и уровней теории, которые имеют различное отношение к эксперименту. История эксперимента и теории

магнитооптического эффекта иллюстрирует этот факт. Идеи Н. Картрайта относительно моделей и приближений являются дальнейшей иллюстрацией тезиса о разнообразии теорий.

13. Создание явлений

Многие эксперименты создают явления, которые до них в чистом виде во вселенной не существовали. Разговоры о повторении экспериментов довольно обманчивы. Эксперименты не повторяются, а

улучшаются до тех пор, пока явления не будут систематизированы. Некоторые электромагнитные явления иллюстрируют создание явлений.

14. Измерение

Измерения играют самую разнообразную роль в науках. Бывают измерения, которые служат для проверки теорий, но бывают также и чистые определения природных констант. В работах Т.Куна содержится также важное

описание неожиданной функциональной роли измерений в росте знаний.

15. Бэкониианские темы

Бэкон создал первую классификацию видов эксперимента. Он предсказал, что наука станет взаимодействием двух различных типов деятельности — рациональной и экспериментальной. Тем самым он ответил на вопрос П. Фейерабенда: “Что же такое великое содержит в себе наука?”. У Бэкона было хорошее описание критических

экспериментов, по которому ясно, что они не являются решающими. Пример из химии показывает, что на практике мы не можем продолжать вводить дополнительные гипотезы для того, чтобы спасти теории, опровергаемые критическими экспериментами. Неверное истолкование Лакатошем опыта Майкельсона-Морли используется для того, чтобы показать, как ориентированная на теорию философия науки может деформировать философию эксперимента.

16. Экспериментирование и научный реализм

Экспериментирование ведет свою собственную жизнь, взаимодействуя с теоретизированием, вычислением, построением моделей, изобретениями и технологиями. Но в то время как теоретик, вычислитель и создатель моделей может быть антиреалистом, экспериментатор должен быть реалистом. Этот тезис иллюстрируется детальным описанием прибора, который производит концентрированные лучи

поляризованных электронов, используемые для того, чтобы продемонстрировать нарушение четности в слабых взаимодействиях нейтральных токов. Электроны становятся инструментами, чья реальность не вызывает сомнения. В конце концов, научными реалистами нас делает не размышление о мире, а изменение его.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга состоит из двух частей. Читатель может начать со второй

части – “Вмешательство”, которая касается экспериментов. Философы науки игнорировали их слишком долго, так что разговор о них несколько в новинку. Философы обычно думают о теориях. Представление касается теорий и, следовательно, эта часть содержит частичное описание работы, проделанной в данной области. Последние главы части А могут больше заинтересовать философов, тогда как некоторые главы части Б придутся больше по вкусу ученым. Смотрите и выбирайте: аналитическое содержание подскажет, что содержится в каждой

главе. Главы преднамеренно расположены таким образом, но читателю нет необходимости читать в указанном порядке.

Содержание книги — это темы моего ежегодного вводного курса в философию науки при Стэнфордском университете. Под словом “вводные” я не имею в виду “облегченные”. Вводные темы должны быть достаточно понятными и достаточно серьезными, чтобы привлечь ум, для которого они являются новыми, и все же достаточно зажигательными, чтобы

высечь искру для тех, кто уже много лет думает об этих проблемах.

Предисловие к русскому изданию *

Эта книга вышла 15 лет тому назад. Русскому читателю, возможно, будет интересно узнать кое-что о том, что послужило основанием для написания этой книги. Затем я расскажу немного о настоящем.

Вы заметите, что некоторые параграфы книги помечены буквой “Э”. Это означает, что они написаны мною совместно с Фрэнсисом Эвериттом. Эверитт — физик-экспериментатор, занимавшийся большую часть своей жизни проектированием оборудования, предназначенного для космических полетов. Эти полеты предпринимались с целью проверки некоторых гипотез, включая специальную теорию относительности. Эверитт всегда подчеркивал, что лабораторных испытаний теорий пространства и времени не проводилось никогда. Он

также глубоко интересовался историей физики. Где-то в 1980 г. мы написали статью, называвшуюся “Теория и эксперимент: что чему предшествует?” Используя большое число примеров из истории науки и обозревая различные области физического знания, мы утверждали, что во многих случаях экспериментирование предшествует теории, которая лишь после своего создания оказывается способной учесть экспериментальные результаты. Мы посылали статью в большое число журналов самого различного толка, но в каждом случае статья немедленно

отвергалась на том основании, что наш основной тезис является странным. Для обоих из нас это было единственным случаем, когда наша статья была отвергнута.

Этот анекдотический пример демонстрирует дух западной философии и истории науки в 1980 г. В социологии науки дела обстояли несколько лучше, поскольку здесь исследователи начали изучать лабораторную деятельность ученого. В 1979 г. Бруно Латур и Стив Вулгар опубликовали свою смелую книгу “Жизнь лаборатории”, наполовину

посвященную этнографии
лаборатории, наполовину
представляющую собой некую
демонстрацию силы со стороны
философов, утверждавших, что
научные факты являются
социальными конструкциями. После
1983 года ситуация изменилась очень
быстро. В числе действительно
знаменитых книг я упомяну две,
посвященные физике высоких
энергий: книгу Эндрю Пиккеринга
“Конструирование кварков” (1985) и
книгу Питера Галисона “Конец
эксперимента” (1987). Параллельно с
этими книгами в 1985 г. вышла
работа “Левиафан и воздушный

насос: Гоббс, Бойль и экспериментальная деятельность” Симона Шаффера и Стивена Шейпина. Это в высокой степени философская история, в которой главным героем является не Роберт Бойль и не Томас Гоббс, а инструмент, аппаратура – воздушный насос.

Это были наиболее интересные работы. В настоящее время в англоязычной философии и истории науки полно статей, книг и конференций, посвященных экспериментированию. Как я уже

говорил, времена изменились. Вы можете воспринимать вторую часть (часть Б) этой книги как одно из наиболее ранних событий в этих переменах и посмотреть на добавленную в конце книги библиографию, для того чтобы узнать о более поздних публикациях.

Что касается части А данной книги, то поводом для дискуссии относительно научного реализма послужила публикация в 1980 г. книги Баса ван Фраассена “Научный образ”. Он энергично отстаивал антиреалистическую позицию,

которую он называл конструктивным эмпирицизмом. Он утверждал, что научные теории не должны восприниматься как истинные в буквальном смысле слова. Самое большее, что можно от них ожидать, — это их эмпирическая адекватность. Аргументы ван Фраассена уходили своими корнями к творчеству Пьера Дюгема — французского философа и физика, работавшего в начале двадцатого столетия, а также к работам датского феноменологиста Б. Купельманса. Ван Фраассен полагал, что мы можем считать реальным лишь то, что мы можем непосредственно наблюдать

невооруженным глазом. В настоящее время все, кроме обладающих особенно острым зрением, могут видеть Луны Юпитера только с помощью телескопа. Но ведь в принципе мы можем полететь на Юпитер и увидеть Луны невооруженным глазом. Но мы ни в каком смысле не можем уменьшить себя до размеров клетки. Значит, мы можем считать клетку ненаблюдаемой сущностью и, следовательно, согласно ван Фраасену, отрицать ее реальность. Глава о микроскопах в моей книге, которая сейчас представляет самостоятельную ценность,

первоначально была реакцией на такое видение природы.

Для бывшего Советского Союза моя книга могла бы и не иметь такого большого значения, какое она имела для Западного мира, поскольку это — материалистическая книга. Я понимаю это буквально. Ее фокусом является материальное взаимодействие с материальным миром посредством аппаратуры и инструментов. Я не очень несогласен с ван Фраассеном по поводу его антиреализма в отношении теорий, хотя мои доводы редко совпадают с

его. Но мы оба разделяем убеждение Пьера Дюгема в том, что абстрактные теории являются только представлениями и не должны мыслиться как буквально истинные. Общепринятое мнение состоит в том, что мы используем научные теории, строя приближения, и что это теории являются истинными, в то время как аппроксимации уводят нас в сторону от истины. Однако Нэнси Картрайт особенно подчеркивает в своей книге “Как лгут законы физики”, что если что-то и приближает нас к истине, так это аппроксимации, а не теории. Но в представляемой вашему вниманию

книге акцент делается не на дебатах
вокруг теорий, а на дискуссиях
относительно теоретических,
ненаблюдаемых сущностей.

Я ввожу то, что я называю
экспериментальным аргументом в
пользу научного реализма
относительно теорий. Он
провозглашается уже на первых
страницах книги, где после описания
эксперимента, в котором электроны
используются для придания заряда
шару сверхохлажденной жидкости,
называемой ниобием, я пишу: “Если
вы можете напылять их (электроны),

они реальны”. Не ошибитесь здесь. Я не говорю: “Если они реальны, вы можете их напылять”. Я не хочу сказать, что все те вещи, которые мы можем считать реальными, могут быть используемы нами, и мы можем манипулировать ими, например, “напылять” их. Я сформулировал достаточное условие реальности неких сущностей; но это условие не является необходимым. У меня действительно есть сомнения по поводу того, что вещи, с которыми мы в принципе не можем взаимодействовать, не являются реальными. Но это уже другая история.

Аргументация в последней части книги строится вокруг устройства, в котором мы используем поляризованные электроны для того, чтобы исследовать нечто другое — слабые нейтральные токи. Я описываю некоторые детали процесса проектирования аппаратуры, создаваемой с тем, чтобы заставить работать некоторые сущности, которые до этого рассматривались как “просто теоретические”. Один из моментов, которые я подчеркиваю, состоит в том, что инженеры-физики, проектирующие аппаратуру, могут иметь совершенно различные

теоретические вѣдения того, что представляют собой электроны. Все, что требуется для их сотрудничества, — это согласие относительно того, что электроны делают.

Для времени, когда я пишу это предисловие, наиболее важной работой по истории и философии физики является книга Питера Галисона “Образ и логика: материальная культура микрофизики”. В этой книге Галисон развивает понятие “рабочей зоны”, которое объясняет, как ученые и инженеры с совершенно

различным багажом знаний, квалификаций и убеждений способны работать вместе в достаточно широкой области физической науки. Согласие относительно фундаментальной теории является при этом менее важным, чем согласие относительно того, что делают теоретические сущности. В свете этого знания мы оказываемся способными использовать эти сущности для того, чтобы исследовать другие, значительно менее известные аспекты универсума.

Мне бы хотелось закончить такой мыслью. Когда я говорил “Если вы можете напылять их, значит они реальны”, я основывался на том, что имелся некоторый момент в их напылении, а именно та часть эксперимента, которая предназначалась для исследования чего-то другого, в данном случае для исследования того, существуют ли “свободные кварки”, дробные заряды, составляющие $1/3$ заряда электрона. Когда мы используем некоторые ненаблюдаемые сущности для исследования других аспектов природы, мы имеем право утверждать (пока нам не докажут,

что мы ошибаемся в том, что мы делаем), что эти сущности реальны. Вы убедитесь, что это действительно материалистическая книга.

Ян Хакинг, 1997 г.

1. ЧТО ТАКОЕ НАУЧНЫЙ РЕАЛИЗМ?

Научный реализм утверждает, что объекты, состояния и процессы, описываемые правильными теориями, существуют на самом деле. Протоны, фотоны, силовые поля, черные дыры так же реальны, как ногти на ноге, турбины, вихри в потоке и вулканы. Слабые взаимодействия физики малых частиц так же реальны, как влюбленность. Теории относительно структур молекул, содержащих генетический код, либо истинны, либо ложны, а по-настоящему правильная теория будет обязательно истинной.

Даже когда наша наука не описывает вещи правильно, реалист считает, что мы часто подходим близко к истине. Наша цель — открытие внутренней структуры вещей и выяснение того, что и кто находится в отдаленных частях вселенной. И не нужно нам быть излишне скромными, ведь мы сделали уже довольно много открытий.

Антиреализм утверждает обратное: электронов как вещей не существует. Конечно, существуют явления электричества и наследственности, но мы строим теории о состояниях, процессах и

объектах микромира только для того, чтобы предсказать или вызвать события, которые нас интересуют. Электроны — фикция. Теории, которые их описывают, служат лишь инструментами мысли. Теории могут быть адекватными, полезными, подтвержденными или применимыми, но независимо от того, насколько мы восторгаемся умозрительными и технологическими триумфами естественных наук, мы не должны считать даже наиболее убедительные их теории истинными. Некоторые антиреалисты колеблются, считая, что теории служат мыслительными

средствами, которые нельзя понимать как буквальные описания структуры мира. Другие говорят, что теории нужно воспринимать буквально и другого способа понимания их нет. Но такие антиреалисты настаивают на том, что, несмотря на возможную пользу от теорий, нет полных оснований полагать, что они истинные. Сходным образом, все антиреалисты не включают теоретические объекты в класс тех вещей, которые на самом деле существуют в мире: турбины — да, а фотоны — нет.

Конечно, мы овладели множеством явлений природы,

говорит антиреалист. Генная инженерия становится таким же обычным делом как производство стали, но не будем обманываться. Не думайте, что действительно существуют длинные цепочки молекул, которые нужно сшивать. Биологи могут представлять аминокислоту, построив ее молекулярную модель из проволоки и цветных шаров. Эта модель может помочь нам представить явление. Она может предложить использование новой микротехнологии, но это не точная картина того, как вещи устроены на самом деле. Можно сделать модель

экономики из блоков, рычагов, шаров и гирь. Каждое уменьшение веса M (“денежный запас”) производит уменьшение угла I (“уровень инфляции”) и увеличение числа N шаров в некоторой чаше (“количество безработных”). У этой системы правильные входы и выходы, но никто не скажет, что это и есть экономика.

Если вы можете их напылять, значит они реальны

Я не задумывался глубоко о научном реализме, пока один знакомый не рассказал мне об опыте, направленном на выявление

воздухе между двумя заряженными пластинами. Сперва этой капле позволяют упасть, устранив электрическое поле. Затем поле вновь вводят для того, чтобы ускорить падение. Зная конечные скорости капли в этих двух опытах, коэффициент вязкости воздуха, удельные плотности воздуха и масла, а также ускорение свободного падения, можно вычислить заряд капли. В многочисленных опытах заряды этих капель кратны некоторой величине. Эта величина и принимается за минимальный заряд, то есть за заряд электрона. Как и все другие опыты, этот опыт использует

предположения, которые лишь приблизительно верны, например, предположение о том, что капли имеют сферическую форму. Вначале Милликен не учитывал тот факт, что размер капли невелик по отношению к средней длине пути молекулы воздуха и что, вследствие этого, происходит ряд столкновений капли с молекулами. Но идея эксперимента ясна.

Электрон долго считали единицей заряда, которая обозначалась буквой e . Однако физика элементарных частиц, все больше настаивает на реальности объекта под названием кварк,

который имеет заряд $1/3 e$. В теории ничто не говорит о том, что кварки имеют независимое существование: если они появляются, утверждает теория, они немедленно вступают во взаимодействие и тут же слипаются. Но это не остановило замечательный опыт, проделанный Ларю, Фэйрбэнком и Хэбардом в Стэнфорде. Они искали “свободные” кварки, взяв за основу идею Милликена. Поскольку кварки могут редко встречаться или обладать малым времени жизни, следует использовать не маленькую, а большую каплю, поскольку в этом случае больше шансов, что на ней

окажется кварк. Капля, которую использовали в этом опыте, хотя и весила всего 10^{-4} грамма, была в 10^7 раз больше, чем капли Милликена. Если бы она была из масла, она бы падала как камень. Вместо этого, ее сделали из вещества, называемого ниобием, которое было охлаждено ниже своего порога сверхпроводимости, равного $9^\circ K$. Если электрический заряд начинает двигаться по этому очень холодному шару, он никогда не остановится. Значит, капля может парить в магнитном поле и двигаться вперед и назад при изменении поля. Возможно также, используя

магнетометр, точно определить местоположение и скорость капли. Начальный заряд, помещенный на шар, постепенно меняется, и, используя современную технологию аналогично Милликену, можно определить, происходит ли переход от положительного заряда к отрицательному при нулевом заряде или при $\pm 1/3 e$. В последнем случае на шаре находится один свободный кварк. В своем последнем препринте Фэйрбэнк и его ассистенты пишут об обнаружении четырех дробных зарядов $+1/3 e$, четырех зарядов величиной $-1/3 e$ и тринадцати нулевых зарядов.

Как теперь изменить заряд на ниобиевом шаре? “Ну, – сказал мой друг, – на этой стадии мы напыляем на него позитроны, чтобы увеличить заряд, или электроны, чтобы уменьшить его.” С того дня я стал научным реалистом. *Для меня, если нечто можно “напылять”, оно реально .*

Вопрос о существовании дробных зарядов с большим временем жизни служит предметом полемики. Не кварки убедили меня в научном реализме. И, может быть, в 1908 году в этом не смогли бы меня убедить электроны. Всегда существовало множество

обстоятельств, способных вызвать подозрение скептика, например, неотступная мысль о межмолекулярных силах, действующих на капли масла. Не были ли они тем, что мерял Милликен на самом деле, так что измеренные им величины ничего в действительности не говорят о так называемых электронах? Если так, то на самом деле Милликен не продвинулся на пути к доказательству реальности электронов. Может, это были минимальные электрические заряды, но не электроны? В нашем примере с кварками у нас возникают те же

проблемы. Маринелли и Морпурго в недавнем препринте предположили, что группа Фэйрбэнка измеряла новую электромагнитную силу, а не кварки. В реализме меня убедили вовсе не кварки, а тот факт, что к настоящему времени существуют стандартные излучатели, с помощью которых мы можем напылять позитроны и электроны, и это именно то, что мы с ними делаем. Мы понимаем причины, мы знаем следствия и используем их, чтобы обнаружить нечто. То же самое можно сказать и о всех остальных приборах, относящихся к этой науке, например, о приборах для подачи

тока на сверхохлажденный
ниобиевый шар и другие
бесчисленные манипуляции с
“теоретическим”.

О чем спор?

Человек практический говорит:
принимайте во внимание то, что вы
используете для того, чтобы делать
то, что вы делаете. Если вы
напыляете электроны – они реальны.
Это здоровая реакция, но, к
сожалению, проблемы реализма не
решаются так просто. Антиреализм
может показаться легкомысленным
стороннику экспериментализма, но
вопросы о реализме появляются в

истории познания все время. Дополнительно к серьезным языковым (verbal) трудностям, касающимся значений слов “истинный” и “реальный”, имеются проблемы, относящиеся к субстанциональной природе (substantive questions) *. Некоторые из них появляются из переплетения реализма и других философских направлений. Например, исторически реализм смешивался с материализмом, в одной версии которого утверждается, что все существующее построено из малых частичек, образующих материю. Такой материализм реалистичен

относительно атомов, но может быть антиреалистичен относительно “нематериальных” силовых полей. Диалектический материализм некоторых ортодоксальных марксистов создал большие трудности многим современным теоретическим объектам. Лысенко отвергал генетику Менделя частично из-за того, что не верил в реальность “генов”, существование которых она постулировала.

Реализм идет наперекор некоторым философским направлениям в вопросе о причинности. Часто полагают, что теоретические объекты обладают

силой причинения, например, электроны нейтрализуют положительные заряды на ниобиевых шарах. Первые позитивисты девятнадцатого века хотели заниматься наукой, даже не упоминая о “причинах”, склоняясь также и к отказу от идеи теоретических объектов. Этот тип антиреализма весьма распространен в наше время. Антиреализм находит поддержку в некоторых представлениях о знании. Иногда он возникает из доктрины, утверждающей, что в реальности мы можем знать только предметы чувственного опыта. Это связано с

фундаментальными проблемами логики; именно антиреализм ставит вопрос о том, что делает теории истинными или ложными. Этот спор подогревался и некоторыми проблемами частных наук. Астрономы старой формации не хотели принимать позицию реалистов по отношению к Копернику. Они полагали, что представление о гелиоцентризме может облегчить вычисления, но не может сказать о том, как на самом деле устроена вселенная, так как, по их убеждению, центром вселенной является Земля, а не Солнце. Опять же, должны ли мы быть реалистами

по отношению к квантовой механике? Должны ли мы, став на реалистическую позицию, говорить о том, что частицы на самом деле имеют определенное, хотя и неизвестное, положение и количество движения? Или, став на экстремально противоположную точку зрения, мы должны утверждать, что “коллапс волнового пакета”, происходящий во время микрофизического измерения – это взаимодействие с человеческим мозгом?

Проблемы, связанные с реализмом, не следует искать только в специальных естественных науках.

Гуманитарные науки дают не меньше простора для споров. Это могут быть проблемы, связанные с либидо, супер-эго и переносом, о которых учил Фрейд. Можно ли использовать психоанализ для того, чтобы понять себя и другого, и в то же время цинично думать о том, что ничто в действительности не соответствует системе терминов, вводимых этой теорией? Что следует сказать по поводу предположения Дюркгейма о существовании реальных, хотя и не отчетливо различимых социальных процессах, которые действуют на нас столь же неумолимо, как и сила притяжения, и все же существуют

сами по себе, “поверх” свойств индивидуумов, составляющих общество? Можно ли последовательно быть реалистом в социологии и антиреалистом в физике или наоборот?

Наконец, существуют мета-проблемы. Возможно, реализм служит наилучшим примером тщетности и тривиальности фундаментальных философских размышлений. Вопросы, которые впервые возникли в античности, являются достаточно серьезными. Некогда поднятый вопрос о том, реальны ли атомы, ни в чем не был неправилен. Но продолжение

дискуссии об этом вопросе может быть лишь слабым суррогатом серьезных размышлений о физическом мире.

Предметом беспокойства здесь является антифилософский цинизм. Существует также философская антифилософия. Она полагает, что все множество проблем, относящихся к реализму и антиреализму, — это некое сказочное существо наподобие Микки-Мауса, основывающееся на прототипе, который преследовал всю нашу цивилизацию, — на образе знания, “представляющего” реальность. Когда идея о соответствии мысли и мира будет

выброшена в подходящее место, а именно в могилу, не последуют ли туда, по этому мнению, реализм и антиреализм?

Движения, а не доктрины

Определения “научного реализма” всего лишь указывают путь. Это скорее подход, чем четко сформулированное учение. Это способ мыслить о содержании естественной науки. Изобразительное искусство и литература дают хорошие сравнения, поскольку слово “реализм” не только указывает на множество философских коннотаций, но и

обозначает ряд художественных направлений. На протяжении девятнадцатого века многие художники пытались избежать условностей, которые навязывали им изображения идеальных, романтических, исторических или религиозных сюжетов на огромных динамичных полотнах. Они предпочитали рисовать бытовые сцены, отказывались “эстетизировать” сцены, выбирали тривиальный, примитивный материал. Они отказывались идеализировать, возвышать его и даже не пытались делать свою живопись живописной. Эту

реалистическую позицию приняли прозаики, следствием чего мы имеем великую традицию во французской литературе, проходящую через произведения Флобера и завершающуюся в ужасающих описаниях промышленной Европы, принадлежащих Золя. Цитируя давнишнее недоброжелательное определение, можно сказать, что “реалист — это тот, кто намеренно отказывается выбирать свои предметы среди прекрасного и гармонического и, в частности, описывает безобразные вещи с использованием неприглядных деталей”.

Такие интеллектуальные движения не испытывают недостатка в доктринах. Авторы многих из них выпустили свои манифесты. Все они были пропитаны философскими идеями тех дней и способствовали развитию этих идей. В литературе одно из направлений реализма того времени называлось позитивизмом. Но мы говорим скорее о движениях, направлениях, чем о доктринах, о творческой работе, имеющей разнообразные мотивации и частично определяющей себя через противопоставление другим способам мышления. В науке реализм и антиреализм имеют такие

же черты: они тоже – скорее интеллектуальные движения, нежели сложившиеся доктрины. Мы можем подойти к спорам между ними, вооружившись парой определений на один абзац, но, уже находясь внутри этих споров, мы встретим сколь угодно много различных соперничающих мнений, которые составляют философию науки в ее нынешнем возбужденном состоянии.

Истина и реальное существование

Я буду использовать слово-гибрид “теоретический объект” для обозначения всякой всячины,

постулируемой теориями, но которую мы не можем наблюдать. Лаконичность термина обманчива. Он обозначает, кроме всего прочего, частицы, поля, процессы, структуры, состояния и тому подобное. Существует два вида научного реализма: один — относящийся к теориям, другой — относящийся к объектам.

Для теорий важно, истинны ли они, могут ли они быть истинными или ложными, претендуют ли на истинность или стремятся к истине.

Для объектов важно, существуют ли они. Теории и истина

волнуют большинство современных философов. Может показаться, что вера в теорию автоматически влечет за собой веру в существование объектов теории. Как можно верить в истинность теории кварков и отрицать существование кварков? Много лет назад Бертран Рассел показал, как это сделать. Тогда его интересовала не истинность теорий, а ненаблюдаемые объекты. Он считал, что мы должны использовать логику, чтобы переделать теорию так, чтобы предполагаемые объекты оказались логическими конструкциями. Тогда термин “кварк” не будет обозначать кварки, а

будет сокращением сложного логического выражения, отсылающего только к наблюдаемым явлениям. Рассел был тогда реалистом в вопросе о теориях, но антиреалистом в вопросе об объектах.

Но можно быть реалистом в вопросе об объектах, но антиреалистом в вопросе о теориях, как многие Отцы Церкви. Они верили в существование Бога, но верили и в принципиальную невозможность построения позитивной истинной теории Бога: в лучшем случае можно перечислить, чем *не* является Бог — он бесконечен, неограничен и так

далее. Аналогично по поводу научных объектов говорится, что у нас есть хорошие основания для предположения о существовании электронов, хотя ни одно законченное их описание не может претендовать на истинность. Наши теории постоянно пересматриваются, для разных целей мы используем различные и несовместимые модели электронов. Их не считают непогрешимыми, но, тем не менее, электроны существуют.

Два реализма

<i>Реализм</i>	<i>относительно</i>
<i>объектов</i>	утверждает, что

достаточно большое количество теоретических объектов действительно существует. Антиреализм отрицает это, утверждая, что эти объекты — фикции, логические построения или части интеллектуального аппарата, привлекаемого для описания мира. Или, менее догматично: у нас нет и не может быть причин полагать, что они — не фикции. Они могут существовать, но нам не нужно предполагать это, чтобы понимать мир.

Реализм относительно теорий утверждает, что научные теории являются истинными либо ложными

независимо от того, что мы знаем: наука по крайней мере стремится к истине, а истина — это то, как устроен мир. Анти-реализм утверждает, что теории в лучшем случае имеют основания; они адекватны; с ними хорошо работать; они приемлемы, но не правдоподобны и т. п.

Составляющие

Теперь совместим утверждения о реальности и утверждения о том, что мы знаем. Из моего реализма относительно объектов следует, что признаваемый теоретический объект должен существовать, а не только

быть удобным интеллектуальным средством. Это утверждение об объектах и реальности. Из него следует также, что мы на самом деле знаем о существовании (или имеем хорошие основания быть уверенным в этом) по крайней мере некоторых объектов современной науки. Это утверждение о знании.

Я совместил вместе знания и реальность, так как если бы у нас не было в настоящее время теоретических объектов, которые некоторые из нас считают действительно существующими, постановка вопроса была бы вообще бесполезной. Если бы мы говорили о

какой-нибудь будущей научной утопии, я бы отказался принять участие в дискуссии. Две части вопроса, совмещенные мною, могут быть без труда разложены на составные части, как в нижеследующей схеме У. Ньютон-Смита. Он отмечает три составляющие научного реализма:

1) **Онтологическая**
составляющая: научные теории
являются либо истинными, либо
ложными, и истинность или
ложность теории есть следствие
состояния мира.

2) Причинная составляющая: если теория истинна, теоретические термины теории обозначают теоретические объекты, являющиеся причинами наблюдаемых явлений.

3) Эпистемологическая составляющая: у нас может быть обоснованная вера в теории или объекты (по крайней мере, в принципе).

Грубо говоря, онтологическая и эпистемологическая составляющие Ньютона-Смита сводятся к моему реализму относительно объектов. Поскольку компонентов здесь два, здесь может быть и два вида анти-

реализма. Один из них отвергает 1), другой отвергает 3).

Можно отрицать онтологическую составляющую. Вы отрицаете то, что теории должны восприниматься буквально; они не являются истинными либо ложными; они являются интеллектуальными средствами для предсказания явлений; они являются критериями для получения того, что произойдет в частных случаях. У такого подхода много версий. Часто идеи подобного рода называют *инструментализмом* из-за утверждения о том, что все теории суть инструменты.

Инструментализм отрицает 1). Можно отрицать 3), как, например, Бас ван Фраассен в книге “Научный образ” (1980). Он полагает, что теории должны восприниматься буквально; и нет другого пути для их понимания. Они являются либо истинными, либо ложными, в зависимости от состояния мира, другой семантики нет. Но у нас нет ни оснований, ни необходимости верить каким-либо теориям о ненаблюдаемом для придания смысла науке. Так он отвергает эпистемологическую составляющую.

Реализм относительно теорий для меня, грубо говоря, 1) и 3), но

реализм относительно объектов для меня не вполне 2) и 3). Причинная составляющая Ньютона-Смита утверждает, что если теория истинна, то теоретические термины обозначают объекты, причинно ответственные за то, что мы можем наблюдать. Ньютон-Смит полагает, что уверенность в существовании подобных объектов зависит от уверенности в теории, в которую они введены. Но можно верить в существование каких-либо объектов и не верить в какую-либо определенную теорию, в которой они фигурируют. Можно даже считать, что ни одна общая фундаментальная

теория об объектах не может быть истинной, так как такой истины нет. Нэнси Картрайт поясняет эту мысль в своей книге “Как лгут законы физики” (1983). Она имеет в виду именно это: законы обманчивы. Только феноменологические законы, возможно, верны, но мы можем, тем не менее, иметь представление о причинно действующих теоретических объектах.

Естественно, все эти сложные вопросы будут обсуждаться ниже. Ван Фраассен упоминается во многих местах, особенно в главе 3. Картрайт появляется в главе 2 и главе 12. Общее направление этой книги –

от реализма относительно теорий к реализму относительно тех объектов, которые мы можем использовать в экспериментальной работе. Иначе говоря, движение от представления к вмешательству.

Метафизика и специальные науки

Мы будем также различать реализм в общем и реализм в частном.

Используем пример Нэнси Картрайт: после работы Эйнштейна по фотоэлектрическому эффекту фотон стал неотъемлемой частью

нашего понимания света. Тем не менее, существуют такие серьезные ученые, занимающиеся оптикой, как Уиллис Лэмб и его коллеги, оспаривающие реальность фотонов. Они полагают, что более фундаментальная теория покажет, что фотон — это артефакт существующих теорий. Лэмб не считает, что существующая теория света абсолютно ошибочна. Он полагает, что более основательная теория сохранит большинство нынешних воззрений о свете, но покажет, что эффекты, которые мы связываем с фотонами, в результате анализа уступят место другому

аспекту природы. Подобный ученый вполне может быть реалистом в общем, но анти-реалистом в частном, в отношении к фотонам.

Такой локализованный антиреализм является предметом оптики, но не философии. Еще Н. Р. Хэнсон отмечал любопытную черту новых направлений в естественных науках. Сначала идея предлагается обычно в качестве инструмента для расчетов, а не в качестве буквального представления о мире. Новые поколения рассматривают теорию все более реалистично. Лэмб – скептик,двигающийся в обратном направлении. Часто первые авторы

неопределенно высказываются о своих объектах. Так, Джеймс Клерк Максвелл, один из создателей статистической механики, первое время неохотно говорил о том, действительно ли газ состоит из скачущих шариков, порождающих эффекты температурного давления. Он начал с рассмотрения такого описания как “просто” модели, которой удастся организовать все большее и большее число макроскопических явлений. Постепенно он становился все большим реалистом. Новые поколения физиков уже явно рассматривали кинетическую

теорию как хорошее
приблизительное описание
истинного положения вещей. В науке
вполне обычен переход от
антиреализма относительно
некоторой теории или ее объектов к
реализму.

Осторожность Максвелла в
вопросе о молекулах газа была
составной частью общего неверия в
атомизм. Сообщество физиков и
химиков полностью убедилось в
реальности атомов только в нашем
веке. Майкл Гарднер хорошо
обобщил некоторые сюжетные линии
этой истории. Эта история
заканчивается, по-видимому, полным

анализом броуновского движения в терминах молекулярных траекторий. Вся суть не в том, что при этом детально описано столкновение молекул с зёрнами цветочной пыльцы, взвешенными в жидкости, которое и создавало видимый эффект. Настоящим достижением был новый способ определения числа Авогадро с использованием эйнштейновского анализа броуновского движения и экспериментальных методик Жана Перрена.

Конечно, это открытие было “научным”, а не “философским”. Но, тем не менее, реализм в вопросе об

атомах и молекулах был некогда центральной проблемой в философии науки. Реальность атомов и молекул не являлась лишь частной проблемой, касающейся одного вида объектов, поскольку эти частицы были основными кандидатами на роль фундаментальных. Многие из наших теперешних положений о научном реализме были разработаны именно тогда, в связи с этой полемикой. Само понятие “научный реализм” вошло в употребление в то время.

Таким образом, реализм в общем и реализм в частном должны различаться, с той оговоркой, что

реализм в частном может преобладать в дискуссии, которая определяет развитие реализма в общем. Вопрос о реализме в частном следует решать путем исследования и развития каждой частной науки. В конце концов, скептик в вопросах о фотонах и черных дырах будет вынужден смириться. Реализм в общем перекликается со старой метафизикой и современной философией языка. Он гораздо меньше зависит от фактов мироздания, чем любой реализм в частном. Тем не менее, эти “реализмы” не полностью независимы, и часто на этапах,

которые определяли наше прошлое, они были тесно связаны.

Представление и вмешательство

Считается, что у науки два метода: теория и эксперимент. Теории пытаются говорить об устройстве мира. Они представляют мир. Эксперимент и последующие технологии изменяют мир. Мы представляем и мы вмешиваемся. Мы представляем, чтобы вмешиваться, и мы вмешиваемся, имея представления. Большинство современных дискуссий по поводу научного реализма формулируется в

таких терминах, как теория, представление и истинность. Эти дискуссии поучительны, но не окончательны, частично из-за того, что они заполнены трудно перевариваемой метафизикой. Мне кажется, что не может быть решающего аргумента за или против реализма на уровне представлений. Когда мы переходим от представления к вмешательству, к напылению позитронов на шары из ниобия, позиция антиреализма ослабевает. Дальнейшее изложение начинается с несколько старомодного подхода к реализму объектов, затем переходит к

ОСНОВНЫМ современным
исследованиям истинности и
представления, реализма и
антиреализма относительно теорий.
Ближе к концу я вернусь к
вмешательству, эксперименту и
объектам.

Высший суд в философии
принадлежит не нашим мыслям, а
нашим делам.

2. ПОСТРОЕНИЕ И ПРИЧИНЕНИЕ (КАУЗАЦИЯ)

Используется ли как-нибудь слово “реальный” в естественных науках? Конечно. Некоторые обсуждения экспериментальных результатов буквально пестрят им. Вот два реальных примера. Цитолог (ученый, занимающийся биологией клетки) указывает на сеть из волокон, которую часто находят на микроснимках клеток, препарированных определенным образом. Она выглядит как хроматин, а именно как вещество в ядре клетки, наполненном основными протеинами. Она окрашивает, как хроматин. Но она не является реальностью. Она — всего лишь

артефакт, который возникает при фиксации ядерной жидкости с помощью глутаральдегида. Мы в самом деле получаем четко воспроизводимый узор, но он не имеет ничего общего с клеткой, а является артефактом препарирования.

Обращаясь к физике, укажем, что некоторые критики поиска кварков не верили, что Фэйрбэнк и его коллеги выделили долгоживущие дробные заряды: результат может быть и важен, утверждали они, но свободные кварки — не являются реальными. На самом деле было открыто нечто совсем другое —

доселе неизвестная
электромагнитная сила.

Что же все-таки означает слово “реальный”? Наилучшие афоризмы на этот счет принадлежат Дж. Л. Остину, одному из наиболее мощных философских умов Оксфорда (где он умер в 1960 г. в возрасте 49 лет). Остин очень интересовался обыденной речью и считал, что мы часто с важностью пускаемся в философские теории, не подумав о том, что же мы говорим. В 7-й главе своих лекций “Чувство и оощуааемое” он пишет о реальности: “Мы не должны презирать такие низменные, но понятные фразы как

“не настоящие (not real) сливки”. Это было его первым методологическим правилом. Его вторым правилом было не искать “одно единственное определимое, неизменное *значение*”. Он предостерегал нас от того, чтобы искать синонимы, в то же время призывая к систематическим поискам закономерностей в использовании слова. *

Он делает четыре основных наблюдения относительно слова “реальный”. Два из них кажутся мне очень важными, хотя они и выражены несколько шаловливо. Они заключаются в том, что слово

“реальный” нуждается в существительном, а также является тем, что Остин в добродушно-сексистском тоне называл “слово-штаны” (trouser word).

Слово “реальный” испытывает голод по существительным, поскольку выражение “это — реальное, настоящее” требует существительного, которое должно быть правильно понято, как в сочетаниях “настоящие” сливки, настоящий констебль, подлинный Констебль.” * “Реальный” — это “слово-штаны” из-за отрицательного смысла, вкладываемого в слова

“носить штаны”. Розовые сливки являются розовыми, имеют тот же цвет, что и розовый фламинго. Но назвать нечто настоящими (реальными) сливками — это не значит сделать тот же тип положительного утверждения, что и в случае с цветом. Настоящие сливки — это не то же самое, что безмолочный продукт, который часто используется с кофе. Настоящая кожа — из шкуры, а не из дерматина, настоящие алмазы — не из глины, настоящая утка — это не манок, и так далее. Выражение “настоящий (real) S ” черпает силу из выражения “не настоящий, не реальный S ”.

Нуждаться в существительных и быть “словом-штаны” — связанные понятия. Чтобы знать, кто носит штаны, мы должны знать существительное, которое помогло бы нам понять, что отрицается при отрицательном употреблении. Настоящие (реальные) телефоны в некотором контексте — не игрушки, в другом контексте — не имитации или не просто декорации. Это происходит не потому, что слово двусмысленно, а потому, что является ли нечто реальным (настоящим) N , зависит от того, какой N рассматривается. Слово “настоящий”(реальный) регулярно

исполняет одну и ту же работу, но нужно посмотреть на N , чтобы увидеть, какая работа производится. Слово “реальный” подобно сезонному работнику, постоянно меняющему место работы. Его задача ясна: собрать имеющийся в наличии урожай. Но что будет собираться? Где это будет собираться? Как это будет собираться? Это зависит от урожая, будет ли он салатом, хмелем, вишней или травой.

С этой точки зрения значение слова “реальный” не меняется в словосочетаниях “настоящий хроматин”, “реальный заряд” и “настоящие сливки”. Один из

важных поводов для того, чтобы поднимать этот грамматический вопрос, — это опровергнуть привычную мысль о том, что могут быть разные виды реальности, поскольку слово используется такими разными способами. Может быть, различные виды реальности и существуют, не знаю. Но пусть скороспелая грамматика не будет вынуждать нас делать вывод об этом. Более того, теперь мы должны заставить философа объяснить, какие различия в слове “реальный” возможны в разных специальных спорах. И какая разница в утверждениях о том, являются или не

являются теоретические объекты реальными объектами.

Материализм

Дж. Смарт принимает этот вызов в книге “Философия и научный реализм” (1963). Да, говорит Смарт, слово “реальный” позволяет дифференцировать теоретические объекты. Не все теоретические объекты реальны. “Силовые линии, в отличие от электронов, суть теоретические конструируемые. Я могу сказать, что этот стол состоит из электронов, также как эта стена состоит из кирпичей (стр. 36).” Рой пчел состоит из пчел,

но ничто не состоит из силовых линий. В рое пчел определенное количество пчел, и в бутылке определенное число электронов, но данный объем не содержит определенного количества магнитных силовых линий, если это не оговорено нашим соглашением.

Имея в виду физика Макса Борна, Сمارт говорит, что антиреалист считает, что электрон не входит в последовательность “звезды, планеты, горы, здания, столы, древесные волокна, микроскопические кристаллы, микробы”. Между тем, говорит Смарт, кристаллы состоят из

молекул, молекулы состоят из атомов, атомы также состоят из электронов. Следовательно, заключает он, антиреалист не прав: по крайней мере, некоторые теоретические объекты действительно существуют. Таким образом, слово “реальный” позволяет фиксировать существенное различие. По Смарту, силовые линии не являются реальными.

Майкл Фарадей, первый начавший говорить о реальности силовых линий, не согласился бы со Смартом. Вначале он думал, что силовые линии в самом деле лишь чисто мыслительное средство,

геометрическая эмблема, не имеющая физического смысла. Фарадей изменил свое мнение в 1852 году, когда ему было уже за шестьдесят. “Я могу понять силовые линии лишь при условии, что они физически существуют в промежуточном пространстве”. Он пришел к выводу, что можно воздействовать на силовые линии, так что, по его мнению, они просто обязаны существовать в реальности. “Нет сомнения, – пишет его биограф, – что Фарадей был твердо уверен, что силовые линии реальны.” Это не говорит о том, что Смарт не прав. В то же время это напоминает о том,

что некоторые физические представления о реальности выходят за довольно упрощенный уровень строительных блоков.

Смарт – материалист, хотя сам он теперь предпочитает термин “физикалист”. Я не имею в виду, что он настаивает на грубой материальности электронов: в настоящее время старые представления о материи заменились более тонкими понятиями. Его мысль остается, однако, основанной на представлении о том, что материальные вещи (такие, как звезды и столы) состоят из электронов и так далее.

Антиматериалист Беркли, не принимая корпускулы Р. Бойля и И. Ньютона, отвергал именно такую картину. На самом деле Смарт считает, что он противостоит феноменализму, современной версии имматериализма Беркли. Пожалуй, имеет значение тот факт, что Фарадей не был материалистом. Он — часть той традиции в физике, которая снижает значение материи и подчеркивает значение силовых полей и энергии. Можно даже поинтересоваться, не является ли материализм Смarta результатом сложившейся ситуации. Предположим, что модель

физического мира, развитая Лейбницем, Босковичем, молодым Кантом, Фарадеем, энергетистами девятнадцатого века, оказалась более успешной, чем атомизм. Предположим, что идея строительных блоков через некоторое время выйдет из употребления. Не сделает ли тогда Смарт вывода о том, что фундаментальные объекты физики суть теоретические фикции?

La Ré alité Physique
 (“Физическая реальность”),
 последняя книга философа
 квантовой теории Бернара д'Эспанья,
 служит аргументом в пользу того,

что мы можем оставаться научными реалистами, не будучи материалистами. Следовательно, слово “реальный” должно выделять другие различия, чем то, которое выбрано Смартом. Отметим, что различие Смарт не помогает нам решить, являются ли теоретические объекты социологии и психологии реальными. Конечно, и здесь можно несколько продвинуться в материалистическом направлении. Так, в книге *Rules and Representations*, 1980 (“Правила и представления”) Н. Хомский призывает к реализму в когнитивной психологии. Один из его тезисов заключается в том, что

некоторые мозговые структуры, переходящие от поколения к поколению, помогают объяснить процесс обучения языку. Но Хомский не только утверждает, что мозг устроен из организованной материи. Он думает, что эти структуры объясняют некоторые явления мысли. Структуры из плоти и крови в наших головах вынуждают нас думать определенным образом. Слово “вынуждают” напоминает еще об одной версии научного реализма.

Каузализм

Смарт — материалист. По аналогии скажем, что тот, кто

подчеркивает каузальные (причинные) способности реальных объектов, является *каузалистом* . Дэвид Юм может быть и желал анализировать причинность лишь в терминах регулярных ассоциаций между причиной и следствием. Но подлинные последователи Юма знают, что должно существовать нечто большее, чем простая корреляция. Каждый день мы читаем вещи, подобные следующим:

“Хотя Американский Институт акушерства и гинекологии признает, что установлена некая связь между синдромом токсического шока и использованием гигиенических

тампонов, мы не должны полагать, что это означает определенную причинно-следственную связь, пока мы не будем лучше понимать механизм, который создает это условие” (Пресс-релиз, 7 октября, 1980).

Некоторые молодые женщины, использующие новое средство (“Все, что Вы когда-либо желали от тампона ... или подгузника”), испытывают тошноту, страдают от расстройства кишечника, высокой температуры, кожной сыпи и умирают. Не только страх перед дискредитацией заставляет представителей института искать

лучшего понимания механизмов до того, как говорить о причинах. Но иногда именно такая боязнь заставляет заинтересованную сторону отрицать, что ассоциация событий говорит о чем-либо большем. Например, 19 сентября 1980 года взорвалась ракета с ядерной боеголовкой, после того как кто-то уронил трубный ключ в ракетную шахту. Боеголовка не сработала, но вскоре после химического взрыва близлежащий поселок Гай, штат Арканзас, покрылся красно-коричневым дымом. Через час после взрыва у жителей Гая начали гореть губы,

затруднилось дыхание, появились боли в груди и возникла тошнота. Такие симптомы не прекращались несколько недель и наблюдались только в этой части света. Причина и следствие? Но “Вооруженные Силы Соединенных Штатов заявили, что связи такого рода не обнаружено” (Пресс-релиз, 11 Октября, 1980).

В Институте акушерства и гинекологии настаивают, что мы не можем говорить о причинах, пока не определим, как на самом деле действуют причины токсического шока. Вооруженные Силы, напротив, врут, стиснув зубы. Для каузалиста важно, что такие различия

возникают естественно. Мы отличаем нелепые отрицания какой-либо корреляции от утверждений о корреляции. Мы также, вопреки Юму, отличаем простые корреляции от причин. Философ Ч.Д. Брод однажды выразил эту антиюмовскую позицию следующим образом. Мы можем заметить, что каждый полдень в Манчестере гудит заводской гудок и ровно в полдень рабочие на заводе в Лидсе откладывают свои инструменты на час. В этом наблюдается замечательная регулярность, но гудок в Манчестере не является причиной обеденного перерыва в Лидсе.

Нэнси Картрайт отстаивает каузализм. По ее мнению, называя что-либо причиной, мы делаем очень серьезное заявление. Мы должны понимать, почему определенный тип регулярности производит действие (следствие). Может быть самое ясное доказательство такого понимания заключается в том, что мы на самом деле используем события одного типа для того, чтобы произвести события другого типа. Так, в ее словаре позитроны и электроны должны называться реальными, поскольку мы можем, например, напылять их на ниобиевую каплю, тем самым изменяя ее заряд. Вполне

понятно, каким образом это является следствием напыления. Экспериментальные приборы изготавливали, зная, что они произведут эти следствия. Было использовано большое количество различных причинных цепей. Мы имеем право говорить о реальности электронов не потому, что они суть строительные кирпичики, но потому, что мы знаем об их довольно специфических причинных силах.

Такая версия реализма делает понятными мысли Фарадея. Как пишет его биограф:

“Магнитные силовые линии видны, когда вокруг железного магнита насыпаны опилки, причем линии оказываются более плотными там, где опилки лежат гуще. Но никто не предполагал, что силовые линии реально находятся там, когда опилки удаляются. Теперь Фарадей сделал это предположение: мы можем пересечь эти линии, вызывая реальное следствие (как, например, в случае с электромотором, который был изобретен Фарадеем), — следовательно, эти линии реальны.”

Настоящая история, связанная с Фарадеем, на самом деле несколько сложнее. Только много позже после

того, как он изобрел электромотор, он опубликовал свои предположения о реальности силовых линий. Он начинал с утверждения: “Теперь я на время оставляю строгий стиль рассуждений и займусь некоторыми предположениями относительно физической природы силовых линий.” Но каким бы ни было точное содержание предположения Фарадея, мы видим четкое различие между средством вычисления и представлением о причинах и следствии. Ни один материалист из последователей Смарта не станет считать силовые линии реальными. Фарадей же, мировоззрение которого

было окрашено антиматериализмом и в какой-то мере каузализмом, как раз и сделал этот шаг, который оказался фундаментальным в истории науки. За этим шагом последовала электродинамика Максвелла, с которой мы продолжаем жить и теперь.

Объекты, а не теории

Выше я провел различие между *реализмом относительно сущностей* и *реализмом относительно теорий*. Каузалисты как и материалисты больше заботятся об объектах, чем о теориях. Никто из них не утверждает, что существует наилучшая истинная

теория об электронах. Картрайт идет дальше, она отрицает, что законы физики устанавливают факты. Она отрицает также, что модели, играющие центральную роль в прикладной физике, суть буквальные представления того, как устроены вещи. Она — антиреалист относительно теорий и реалист относительно объектов. Смарт мог бы, если бы захотел, занять ту же позицию. У нас нет истинной теории о том, как электроны входят в структуру атомов, молекул, клеток. У нас есть модели и наброски теорий. Картрайт подчеркивает, что в некоторых областях квантовой

механики исследователь регулярно использует целый арсенал моделей одного и того же явления. Никто не думает, что какая-либо из них есть полная истина, эти модели могут даже взаимно противоречить друг другу. Они являются интеллектуальными инструментами, которые помогают нам понимать явления и строить различные фрагменты технологии опыта. Они позволяют нам проникать в процессы и создавать новые, доселе не вообразимые явления. Но то, что действительно “заставляет вещи происходить”, не есть множество законов или множество истинных

законов. На самом деле, не существует истинных законов, заставляющих что-либо происходить. Действия производятся электронами и им подобными. Электроны реальны – они производят действия.

Это яркий пример обращения вспять эмпирицистской традиции, начинающейся с Юма. По этому учению, реальны только регулярности, повторения событий. Картрайт в этом же духе говорит, что в природе не существует глубоких и совершенно однородных регулярностей. Эти регулярности, полагает она, есть лишь метод построения теорий, с помощью

которых мы пытаемся понять мир вещей. Столь радикальная доктрина может быть понята только в свете ее подробного рассмотрения в книге Н. Картрайт “Как лгут законы физики”. Один из аспектов подхода Картрайт описан ниже в главе 12.

Такое обращение вспять стало возможным во многом благодаря Хилари Патнэму. Как мы увидим в главах 6 и 7, он охотно менял свои взгляды. Здесь существенно, что он отвергает правдоподобное допущение о том, что теоретические термины, такие как, например, “электрон”, получают свой смысл в рамках частной теории. Вместо этого

он полагает, что основания
выдвигать предположения о
существовании определенного типа
объектов и именовать эти объекты
пытливому и изобретательному уму
исследователя дают обнаруживаемые
в опыте явления. Иногда мы даем
имена вещам, которые на самом деле
не существуют, но зачастую нам
удается сформулировать идею вещи,
которая удержится и при дальнейшей
разработке теории. Более важно, что
появляется возможность работать с
теоретическим объектом. Можно
начать с его измерения, позднее
можно его напылять. У нас будут
всевозможные несовпадающие

между собой мнения, согласующиеся
однако в описании различных
причинных сил, которые мы на
самом деле способны использовать,
когда внедряемся в природу. (Идеи
Патнэма часто согласуются с идеями
о сущности и необходимости,
которые близки концепции Сола
Крипке. Здесь я касаюсь лишь
практической и прагматической
части взглядов Патнэма на
именование.)

За пределами физики

В отличие от материалиста,
каузалист может обдумывать,
реально ли супер-эго или поздний

капитализм. Каждый случай должен рассматриваться по отдельности: можно сделать вывод, что коллективное бессознательное Юнга не является реальностью, тогда как коллективное сознание Дюркгейма реально. Достаточно ли мы понимаем, как эти объекты или процессы действуют? Можем ли мы вмешиваться в них и реорганизовывать их? Для утверждения о том, что они реальны, измерения не достаточно. Можно измерять *IQ* (коэффициент интеллекта) и гордиться тем, что десяток разных методик дают один и тот же постоянный массив чисел, но

мы не имеем ни малейшего понимания причин этого явления. В недавней полемике Стефен Джей Гоулд говорил об “ошибке объективации” в истории *IQ* , и я согласен с ним. Каузализм небызвестен и в общественных науках. Возьмем, к примеру, Макса Вебера (1864-1920), одного из основателей этих наук. У него есть знаменитое учение об идеальных типах. Он использовал слово “идеальный”, будучи хорошо знакомым с его философской историей, в которой оно контрастирует с понятием “реального”. Идеальное у Вебера –

это конструкция человеческого ума, инструмент мысли. Так же как и Картрайт в наши дни, Вебер был “довольно насторожен по отношению к натуралистическому предрассудку о том, что цель общественных наук заключается в сведении реальности к ‘законам’.” Вебер сделал следующее осторожное наблюдение в отношении концепции Маркса:

“Все специфические марксистские ‘законы’ и конструкты, пока они теоретически состоятельны, являются идеальными типами. Подлинное эвристическое значение этих идеальных типов при

использовании их в оценке реальности известно всякому, кто когда-либо использовал марксистские понятия и гипотезы. Сходным образом, тем, кто использовал их, известна их пагубность в случае, если они считаются эмпирически действенными или реальными (то есть подлинно метафизическими) ‘действующими силами’, ‘тенденциями’ и т. д.”

Трудно обнаружить больше противоречий, чем при одновременном цитировании Маркса и Вебера. Но наш пример приведен с другой, довольно скромной целью.

Мы можем перечислить полученные уроки.

1. Материалист, подобный Смарту, может не считать объекты социальных наук реальными в прямом смысле этого слова.

2. Каузалист может это делать.

3. Но и каузалист может отказывать в реальности каким-либо объектам теоретической социальной науки; материалист и каузалист могут быть одинаково скептически настроенными по отношению к этим объектам, хотя и не в большей степени, чем отцы-основатели этих направлений.

4. Веберовское учение об идеальных типах демонстрирует причинный подход к законам социальных наук. Вебер использует его в отрицательном смысле. Он считает, что, например, идеальные типы Маркса не являются реальными только потому, что не обладают причинными силами.

5. Каузалист может отличать некоторые социальные науки от некоторых физических наук на том основании, что последние нашли некоторые объекты, чьи каузальные свойства хорошо понятны, в то время как общественные науки этого не достигли.

Мой основной вывод заключается в данном случае в том, что по крайней мере некоторый вид научного реализма может использовать слово “реальный” тем же самым способом, который Остин называет стандартным. Это слово не так уж двусмысленно, и оно не особенно глубоко. Это “тоскующее по существительному” “слово-штаны”. Оно позволяет различать. То, какое различие оно фиксирует, зависит от того, какое существительное или какую именную группу N оно определяет. Затем, это различие зависит от того, каким образом многочисленные

кандидаты в N могут не оказаться N . Если философ предлагает новое учение или новый контекст, тогда необходимо определить, почему силовые линии или *id* [подсознательное у Фрейда – *Прим. пер.*] не могут быть реальными объектами. Сمارт говорит, что объекты нужны в качестве строительных блоков. Картрайт говорит, что они являются причинами событий. Хотя и в силу разных причин, оба автора будут отрицать, что разные кандидаты в реальные объекты на самом деле реальны. Оба они являются научными реалистами относительно

некоторых объектов, но, поскольку они используют слово “реальный” для того, чтобы осуществить отличающиеся друг от друга различия, содержание слова “реализм” у них разное. Сейчас мы увидим, что то же может произойти и с антиреалистами.

3. ПОЗИТИВИЗМ

Одна антиреалистическая традиция возникла довольно давно. На первый взгляд кажется, что она не интересуется значением слова

“реальный”. Она всего лишь утверждает: не существует электронов, так же как и других теоретических объектов. Менее догматически настроенные ее представители утверждают, что у нас нет по крайней мере надежных оснований для предположения о существовании такого рода вещей, как и оснований ожидать, что мы можем доказать их существование.

К этой традиции можно причислить “Трактат о человеческой природе” Дэвида Юма (1739). Одно из ее последних проявлений – книга Баса ван Фраассена “Научный образ” (1980). Предшественников Юма мы

находим даже в античные времена, а продолжение этой традиции можно будет найти в далеком будущем. Я буду называть эту традицию позитивизмом. В самом названии ничего нет, оно лишь вызывает некоторые ассоциации. Этого слова даже не существовало во времена Юма. Юма обычно относят к эмпирицистам. Ван Фраассен называет себя конструктивным эмпирицистом. Конечно, каждое поколение философов с позитивистским стилем мышления придает новую форму основополагающим идеям этого философского направления и часто

выбирает себе новый ярлык. Я хотел бы лишь иметь удобный способ ссылаться на эти идеи, и ни одно название не подходит мне больше, чем “позитивизм”.

Шесть инстинктов позитивиста

Основные идеи позитивизма таковы: (1) Упор делается на *верификации* (или таком ее варианте, как “фальсификация”); это означает, что значимыми предложениями считаются те, чья истинность или ложность могут быть установлены некоторым способом. (2) Приветствуются *наблюдения* : то, что мы можем

видеть, чувствовать и так далее, обеспечивает наилучшее содержание или основу нашего нематематического знания. (3)

Антикаузализм : в природе нет причинности, есть лишь постоянства, с которым события одного рода следуют за событиями другого рода. (4) *Занижение роли объяснений* : объяснения могут помочь организовать явления, но не могут дать более глубокого ответа на вопросы “почему”; они лишь утверждают, что явления и вещи регулярно появляются таким-то или иным образом. (5) *Анти-теоретическая* сущность:

позитивисты стремятся не быть реалистами не только потому, что они ограничивают реальность наблюдаемым, но и потому, что они против причин и сомневаются относительно объяснений. Они не хотят выводить существование электронов из их причинных эффектов потому, что они отвергают причины, придерживаясь существования только постоянных закономерностей, связывающих явления. (6) Позитивисты суммируют содержание пунктов (1) – (5) в своем стремлении обосновать свою *антиметафизическую* направленность.

Неверифицируемые предложения,
ненаблюдаемые объекты, причины,
глубокое объяснение — все это,
говорит позитивист, —
метафизический хлам, который
нужно выбросить.

Я проиллюстрирую вариации
этих шести тем на четырех эпохах:
Юма (1739), Конта (1830-1842),
логического позитивизма (1920-
1940) и ван Фраассена (1980).

Признавшие себя
позитивистами

Термин “позитивизм” был
изобретен французским философом

Огюстом Контom. Его “Курс позитивной философии” был опубликован в нескольких толстых выпусках между 1830 и 1842 годами. Позже он говорил, что выбрал слово “позитивный”, чтобы передать множество значений, которые он хотел подчеркнуть во время создания “Курса”. Конт выбрал слово “позитивный”, как он сам говорил, благодаря его удачным коннотациям. В основных западноевропейских языках “позитивизм” имеет смысловые обертоны, связанные с реальностью, подлинностью, полезностью, уверенностью,

точностью и другими качествами, которые Конт весьма ценил.

Теперь, когда философы говорят о позитивизме, они имеют в виду не контовскую школу, а группу логических позитивистов, образовавших знаменитую философскую дискуссионную группу в Вене 1920-х годов. Мориц Шлик, Рудольф Карнап и Отто Нейрат были одними из самых знаменитых членов этой группы. Карл Поппер, Курт Гедель и Людвиг Витгенштейн также приходили на некоторые заседания. Венский кружок имел тесные связи с группой в Берлине, где центральной фигурой был Ганс Рейхенбах. Во

времена нацистского режима эти ученые уехали кто в Америку, кто в Англию и основали там новые философские направления. Помимо фигур, о которых я уже упомянул, был еще Герберт Фейгль и К.Г. Гемпель. Молодой англичанин А. Дж. Айер поехал в Вену в начале 1930-х годов и, вернувшись на родину, написал свой замечательный трактат об английском логическом позитивизме “Язык, истина и логика” (1936). В то же время Вену посетил У. О. Куайн. Эта поездка посеяла в нем сомнение относительно некоторых положений позитивизма, семена, которые дали

всходы в знаменитом куайновском отрицании деления утверждений на синтетические и аналитические, а также в знаменитом учении о принципиальной неопределенности перевода.

Такое широкое влияние позволяет довольно естественно называть логических позитивистов просто позитивистами. Кто помнит бедного старого Конта, многословного и скучного неудачника? Но если говорить строго, я буду использовать полное имя “логический позитивизм”, оставляя “позитивизм” для более старого значения. Среди

отличительных черт логического позитивизма, в дополнение к пунктам (1)-(6), можно отметить присущий этому направлению акцент на логике, значении и анализе языка. Эти интересы чужды ранним позитивистам. На самом деле для философии науки я предпочитаю старый позитивизм, потому что он не был одержим теорией значения.

В дело вступил обычный эдипов комплекс. Несмотря на влияние логического позитивизма на англоязычную философию, теперь никто не хочет называться позитивистом. Даже логические позитивисты стали предпочитать имя

“логических эмпирицистов”. В Германии и Франции “позитивизм” во многих кругах превратился в бранное слово, означающее одержимость естественными науками и отрицание альтернативных путей понимания в социальных науках. Он часто неправильно ассоциировался с консервативной или реакционной идеологией.

Книга “Позитивистский спор в немецкой социологии”, вышедшая под редакцией Теодора Адорно, показывает, как профессора немецкой социологии и их коллеги-философы — Адорно, Юрген

Хабермас и др. объединяют свои усилия против Карла Поппера, которого они называют позитивистом. Сам он отвергал этот ярлык, потому что всегда дистанцировался от логического позитивизма: Поппер не разделял пунктов (1)-(6) настолько, чтобы я мог назвать его позитивистом. Он был реалистом по отношению к теоретическим объектам и придерживался мнения о том, что наука пытается обнаружить объяснения и причины. У него не было позитивистской одержимости наблюдениями и необработанными чувственными данными. В отличие

от логических позитивистов, он думал, что теория значения — бедствие для философии науки. В самом деле, хотя он и определял науку как класс проверяемых высказываний, он был все-таки далек от того, чтобы осуждать метафизику, полагая, что непроверяемое метафизическое положение есть первый шаг на пути образования более проверяемых смелых предположений.

Почему же тогда антипозитивистские профессора социологии называли Поппера позитивистом? *Потому что он верил в единство научного метода.*

Порождайте гипотезы, выводите следствия, проверяйте их: вот в чем заключается попперовский метод гипотез и опровержений. Он отрицал, что в общественных науках существует специфический метод, какое-то особое понимание (Verstehen), отличное от того, которое существует в естественных науках. Здесь он заодно с логическими позитивистами. Но я буду использовать слово “позитивизм” для того, чтобы дать имя антиметафизическому набору идей (1)-(6) скорее, чем догмам о единстве научной методологии. В то же время я признаю, что всякий, кто не

разделяет восторгов по поводу научной строгости, не увидит большой разницы между Поппером и членами венского кружка.

Антиметафизики

Позитивистам хорошо удавались лозунги. Здесь тон задал Юм своими громкими фразами, завершавшими его “Исследование человеческого понимания” (*An Enquiry Concerning Human Understanding*):

“Вооружась этими принципами, какое разрушение мы должны произвести в библиотеках?

Возьмем в руки любой том, например, богословской или научной метафизики, и спросим: *Содержит ли он какое-нибудь абстрактное рассуждение относительно количеств или чисел?* – Нет. *Содержит ли он какое-либо экспериментально подтвержденное рассуждение относительно сущности и существования?* – Нет. Тогда предадим его огню, ибо он не содержит ничего, кроме софистики и заблуждений.”

Во вступлении к своей антологии “Логический позитивизм” А. Дж. Айер говорит, что эти слова Юма – “прекрасное выражение

позитивистской позиции. В случае с логическими позитивистами прилагательное “логический” было добавлено потому, что они пытались воспользоваться открытиями современной логики”. Следовательно, взгляды Юма послужили для логического позитивизма источником критерия верификации, который нужен для того, чтобы отличить бессмыслицу (метафизику) от разумного дискурса (в основном, науки). Айер начинает свою книгу “Язык, истина и логика” с мощной главы, названной “Уничтожение метафизики”. Логические позитивисты, с их

страстью к языку и значениям, соединили свое презрение к праздной метафизике с ориентированным на теории значения учением, носящим имя “принцип верификации”. Шлик заявил, что значение предложения заключается в его методе верификации. Грубо говоря, предложение должно быть значимым или иметь “когнитивное значение” тогда и только тогда, когда оно верифицируемо. Удивительно, но никто еще не был способен определить верификацию так, чтобы исключить из науки все плохие метафизические рассуждения и

включить в нее все хорошие научные рассуждения.

Связь между антиметафизическими предрассудками и верификационной теорией значения исторически случайна. Конт был антиметафизиком без всякого интереса к изучению “значений”. В наши времена ван Фраассен также настроен против метафизики, и в то же время в вопросе о теории значения он придерживается того же мнения, что и я: какой бы интерес не представляла философия языка, она имеет малое значение для понимания науки. В начале своей

книги “Научный образ” он пишет: “Моя точка зрения заключается в том, что эмпирицизм правилен, но он не может жить в той лингвистической форме, которую [логические – Я. Х.] позитивисты придали ему” (p.3).

Конт

Огюст Конт – в значительной степени дитя первой половины девятнадцатого века. Он был далек от того, чтобы облекать эмпирицизм в лингвистическую форму. Он был историцистом, то есть он твердо верил в человеческий прогресс и в почти неизбежный характер

исторических законов. Иногда думают, что историцизм и позитивизм не ладят друг с другом: совсем наоборот, для Конта они взаимодополняющие части одних и тех же идей. На самом деле, историцизм и позитивизм не более необходимо разделены, чем необходимо соединены позитивизм и теория значения.

Образцом для Конта была исполненная страсти работа “Эссе о развитии человеческого разума”, оставленная как завещание прогрессивному человечеству радикальным аристократом Кондорсе (1743-1794). Этот

документ Кондорсе написал перед тем, как покончил с собой в камере накануне предполагаемой казни на гильотине. Даже террор Великой французской революции не смог победить веры в прогресс. Конт унаследовал от Кондорсе представление о структуре эволюции человеческого духа, которое определяется Законом о Трех Стадиях. Сперва мы проходим стадию богословия, характеризуемую поиском первопричин и выдумыванием божеств. Затем мы проходим некую двусмысленную метафизическую стадию, в которой мы постепенно заменяем божества

теоретическими объектами
полусформированной науки.
Наконец, наш прогресс подходит к
стадии позитивной науки.

Позитивная наука позволяет
считать предложения истинными
или ложными тогда и только тогда,
когда есть некоторый способ
установления их истинности или
ложности. Контовский “Курс
положительной философии”
представляет собой грандиозную
историю развития науки. По мере
того, как появляется все больше и
больше способов научного
рассуждения, они начинают
образовывать все больше и больше

областей положительного знания. Предложения не могут обладать “положительностью”, то есть быть кандидатами на ложность или истинность, пока нет некоторого способа рассуждений, который связан с их истинностным значением и может, по крайней мере в принципе, установить это истинностное значение. Конт, который и ввел само слово “социология”, пытался изобрести новую методологию, новый метод рассуждения для изучения общества и “нравственных наук” (“moral science”). Он был не прав в своем видении социологии, но был прав в

своём метапредставлении о том, что он делает: создает новый стиль рассуждения для того, чтобы ввести позитивность — истинность или ложность — в новую область дискурса.

Богословие и метафизика, говорил Конт, были ранними стадиями в развитии человечества и должны быть оставлены нами как детские игрушки. Это не означает, что мы должны обитать в мире, лишенном ценностей. В последние годы своей жизни Конт основал позитивистскую церковь, которая должна была утверждать человеческие добродетели. Эта

церковь не совсем исчезла. До сих пор сохранились некоторые принадлежащие ей здания, некие ее остатки существуют в Париже, и, как мне говорили, в Бразилии находится ее цитадель. Когда-то давно она процветала в сотрудничестве с другими гуманитарными обществами во многих областях мира. Таким образом, позитивизм был не только философией сциентизма, но и новой, гуманистической религией.

Антикаузализм

Общеизвестно учение Юма о том, что причина есть всего лишь постоянно реализуемая связь. Юм

полагает, что сказать, что А причина В – это не значит сказать, что А какой-то своей силой или особенностью вызвало В. Это только означает, что вещи типа А регулярно сопровождаются вещами типа В. Подробности доводов Юма анализируются в сотне философских книг. Однако, мы можем многое пропустить, если будем рассматривать Юма вне его исторического контекста.

На самом деле, не Юм является автором распространенного философского представления о причинности как просто о постоянной связи. Этим автором

непреднамеренно оказался Исаак
Ньютон. Во времена Юма
высочайшим триумфом
человеческого духа была
ньютоновская теория притяжения.
Ньютон был настолько осторожен в
вопросе о метафизике гравитации,
что ученые могут спорить до
скончания времен о том, каковы
были его мысли на самом деле.
Непосредственно до Ньютона
прогрессивные ученые думали о том,
что мир нужно понимать в терминах
механических толчков и тянущих
усилий. Но гравитация не
представлялась “механической”,
поскольку была действием на

расстоянии. По этой самой причине Лейбниц, единственный, кто мог сравняться с Ньютоном, совершенно отвергал ньютоновскую гравитацию: с его точки зрения, она была реакционным возвратом к необъяснимым оккультным силам. В случае с Лейбницем восторжествовал позитивистский дух. Мы научились тому, что законы притяжения являются лишь регулярностями, которые описывают происходящее в мире. И тогда мы решили, что все причинные силы — всего лишь регулярности! Для эмпирицистов постньютоновский подход заключался в следующем: мы

должны искать в природе не причины, но только закономерности. Мы не должны думать о законах природы, будто они открывают нам, что должно происходить в природе, поскольку на самом деле они лишь описывают то, что происходит в природе.

Естествоиспытатель пытается найти универсальные предложения — теории и законы, которые покрывали бы все явления как свои частные случаи. Сказать, что мы нашли объяснение события, — значит сказать только, что событие может быть дедуцировано из общей закономерности.

У этой идеи существует множество классических формулировок. Вот одна из них, взятая из книги Томаса Рида “Эссе об активных силах человеческого ума” (1788). Рид был основателем того, что часто называют шотландской школой философии здравого смысла, на заимствованиях из которой держалась американская философия вплоть до начала эпохи прагматизма в конце XIX века.

“Естествоиспытатели, рассуждающие осторожно, обладают точным значением терминов, которые они используют в науке. Когда они говорят о том, что

указывают на причину явления природы, они имеют в виду закон природы, непосредственным следствием которого выступает данное явление. Как определенно говорит Ньютон, весь предмет натуральной философии сводится к двум основным вещам: во-первых, путем индукции из эксперимента и наблюдения обнаружить законы природы, затем применить эти законы к объяснению явлений природы. Это все, чего пытался достичь сей великий философ, и все, что он считал достижимым.” (I vii.6)

О сходных вещах говорит Конт в своем “Курсе положительной

философии”:

“Первая черта положительной философии – это то, что она считает все явления подчиненными неизменным естественным *законам*. Наше дело (видя, насколько тщетными являются все попытки исследовать то, что называется *причинами*, независимо от того, начальные они или конечные) – заниматься точным открытием этих законов, с тем чтобы свести их к наименьшему количеству. Размышляя над причинами, мы не сможем решить ни одной проблемы в выяснении истоков и целей. Наше подлинное дело заключается в

точном анализе обстоятельств
явления и связывании их
естественными отношениями
последовательности и сходства.
Наилучшая иллюстрация этого
заключена в учении о силе
всемирного тяготения. Мы говорим,
что весь феномен вселенной
объясняется им, поскольку он
объединяет огромное множество
астрономических фактов;
обнаруживает постоянное
стремление атомов по направлению
друг к другу, прямо пропорционально
их массам и обратно
пропорционально квадратам
расстояний между ними. В то же

время сам этот общий факт есть просто обобщение того факта, который нам очень знаком, вследствие чего мы говорим, что знаем его, — а именно наличия весов у поверхности Земли. Что касается вопросов о том, что такое вес и притяжение, то мы считаем их нерешаемыми: они не являются частью позитивной философии. Мы по праву оставляем их воображению богословов или утонченному уму метафизиков.” (Paris, 1830, pp. 14-16.)

Логический позитивизм также принял юмовскую трактовку причинности как только постоянно

реализуемой связи. Законы природы, по максиме Морица Шлика, *описывают* происходящее, а не предписывают то, что должно происходить. Они являются лишь описаниями закономерностей. Мнение логических позитивистов об объяснении было суммировано в “дедуктивно-номологической модели” объяснения К. Г. Гемпеля. Объяснить событие, чье появление описывается предложением S , — значит представить некоторые законы природы (то есть закономерности) L и некоторые частные факты F и показать, что предложение S выводимо из

предложений, утверждающих L и F. Ван Фраассен, у которого было гораздо более сложное мнение относительно объяснения, разделяет традиционно позитивистскую враждебность к причинам. “Полет фантазии” – таков его окончательный приговор причинам, который он выносит в своей книге (где причины представлены в еще более дурном свете, чем объяснения).

Анти-теоретическая сущность позитивизма

Оппозиция к ненаблюдаемым объектам идет в позитивизме рука об руку с оппозицией к причинам.

Юмовское презрение к современным ему наукам, постулирующим существование теоретических объектов, выражено им, как обычно, в иронической прозе. Юм восхищался экспериментами и рассуждениями химика семнадцатого века Роберта Бойля, но не его корпускулярной механистической философией, которая представляет мир состоящим из маленьких упругих шариков или пружинок. В 62-ой главе своей великой “Истории Англии” Юм пишет: “Бойль был большим сторонником механистической философии, теории, которая открывает

некоторые тайны природы и позволяет нам иметь представление об остальных, и тем самым находится в согласии с природным тщеславием и любопытством человека”. Исаак Ньютон, “величайший и редчайший гений, который когда-либо появлялся на свет, чтобы прославить и научить род людской,” — несомненно более великий учитель, чем Бойль: “Ньютон, сняв завесу с некоторых тайн природы, одновременно показал несовершенства механистической философии и тем самым восстановил ту неясность ее

последних тайн, в которой они всегда пребывали и будут пребывать.”

Юм редко отрицает то, что мир управляется скрытыми тайными причинами. Он отрицает то, что нам следует ими заниматься. С этих позиций природное тщеславие и любопытство человеческого рода может заставить нас искать элементарные частицы, но физика не достигнет здесь успеха. Фундаментальные законы всегда были и всегда останутся облечены неясностью.

Оппозиция к теоретическим объектам проходит через всю

историю позитивизма. Конт признавал, что мы не можем просто обобщать наблюдения, но должны сперва порождать гипотезы. Однако эти гипотезы должны рассматриваться только как гипотезы, и чем больше они утверждают, тем они дальше от положительной науки. Практически, Конт был против ньютоновского эфира, который вскоре стал электромагнитным эфиром, заполняющим все пространство. От эфира в конце концов отказались, так что в данном случае Конт был прав. Но он был также против атомистической гипотезы, которая в

конце концов оказалась верной. Так что не известно, где найдешь, а где потеряешь.

Логические позитивисты относились с разной степенью недоверия к теоретическим объектам. Общая стратегия заключалась в том, чтобы при исследовании научного знания применять логику и язык. В этом они следовали Бертрану Расселу, который думал, что теоретические объекты, по-возможности, должны быть заменены логическими конструкциями. Таким образом, утверждение об объекте, чье существование всего лишь выводится

из данных опыта, должно быть заменено логически эквивалентными утверждениями об этих данных. Вообще, эти данные логически тесно связаны с наблюдением. Тем самым у логических позитивистов (которые надеялись на то, что все утверждения о теоретических объектах будут “сведены” логическими средствами к утверждениям, не использующим подобные объекты) возникла большая редукционистская программа. Крах этого проекта был еще большим по масштабам, чем провал попыток сформулировать принцип верификации.

Ван Фраассен продолжает традицию позитивистской антипатии к теоретическим объектам. На самом деле, он даже не позволяет нам говорить о теоретических объектах: под ними, как он пишет, мы просто понимаем ненаблюдаемые объекты. Эти объекты, которые не могут быть увидены, должны быть выведены дедуктивным путем из теории. Стратегия ван Фраассена заключается в том, чтобы блокировать всякий вывод, ведущий к истинности теорий или к существованию теоретических объектов.

Полагание

Юм не верил в невидимые упругие шарики или атомы из механистической философии Роберта Бойля. Ньютон показал нам, что мы должны искать только законы природы, которые связывают явления. Мы не должны позволять нашему природному тщеславию воображать, будто мы можем успешно искать причины.

Конт равно не верил ни в атомы, ни в эфир, существовавшие в науке того времени. Мы должны, полагал он, выдвигать гипотезы для того, чтобы понять, где исследовать природу. Но положительное знание должно лежать на уровне явлений,

чьи законы мы должны определять точно. Это не значит, что Конт был несведущ в науке. Конт учился у великих французских физиков-теоретиков и прикладных математиков. Он верил в их законы относительно явлений, но не доверял ни одной тенденции к постулированию новых объектов.

У логического позитивизма не было таких возможностей для столь упрощенного подхода. Члены венского кружка верили в современную физику. Атомизм и электромагнетизм давно устоялись, теория относительности уже стала признанным достижением, а

квантовая теория развивалась семимильными шагами. Как следствие, в крайней версии логического позитивизма возникло редукционистское учение. Оно утверждало, что в принципе существуют логические и лингвистические преобразования предложений теорий, которые сведут их к утверждениям о явлениях. Может быть, полагали приверженцы такого подхода, когда мы говорим об атомах, токах и электрических зарядах, нас не нужно понимать совсем буквально, поскольку предложения, которые мы используем, сводимы к

предложениям о явлениях. Здесь до некоторой степени помогли достижения логиков. Ф. П. Рамсей показал, как избавляться от имен теоретических объектов в теориях, оставляя лишь систему предложений с кванторами. Уильям Крейг доказал, что для любой аксиоматизируемой теории, включающей как наблюдаемые, так и теоретические термины, существует аксиоматизируемая теория, включающая только наблюдаемые объекты. Но эти результаты дали не совсем то, чего желали логические позитивисты. Не удалось также осуществить какую-либо

лингвистическую редукцию в какой-либо реальной науке. Это сильно контрастировало с замечательными частными успехами по сведению более поверхностных, феноменологических теорий к более глубоким, как, например, в случае методов, с помощью которых было показано, что химия строения молекул основывается на квантовой химии, или теория гена преобразуется в молекулярную биологию. Попытки научной редукции – сведения эмпирической теории к более глубокой – были удачными в огромном количестве случаев, но попытки

лингвистической редукции так ни к чему и не привели.

Принятие

Юм и Конт рассмотрели все написанное о фундаментальных частицах и сказали: мы не верим этому. Логические позитивисты верили этому, но говорили, что это не должно пониматься буквально, что наши теории на самом деле имеют дело только с явлениями. Ни один из этих вариантов не приемлем для современного позитивиста, поскольку программы лингвистических редукций не увенчались успехом, и, с другой

стороны, вряд ли можно отвергать все здание современной теоретической науки. И все же ван Фраассен находит дорогу из этого тупика, различая доверие и принятие. В противовес логическим позитивистам ван Фраассен говорит, что теории нужно понимать буквально. Нет другого способа для того, чтобы понимать их.

В противовес реалистам он говорит, что нам нет необходимости верить в то, что теории истинны. Вместо этого он предлагает нам использовать два следующих понятия: *принятие* и *эмпирическую адекватность*. Он определяет

научный реализм как философию, которая считает, что “наука имеет целью дать нам в своих построениях буквальную теорию того, на что похож мир. Принятие научной теории означает ее оценку в качестве истинной” (стр. 8). Его собственная концепция конструктивного эмпирицизма, утверждает, напротив, что “наука имеет целью дать нам теории, являющиеся эмпирически адекватными. Принятие теории включает лишь веру в то, что теория эмпирически адекватна” (стр. 12).

“Нет необходимости, – пишет он, – считать, что хорошие теории истинны, и тем самым верить, что

постулируемые ими объекты истинны. Это “тем самым” (“*ipso facto*”) напоминает нам о том, что ван Фраассен не очень сильно различает реализм относительно теорий и реализм относительно объектов. Я же считаю, что теоретические объекты можно считать реальными не “в силу того факта”, что некоторая теория полагается истинной, но по другим причинам.

Несколько ниже ван Фраассен поясняет: “принять теорию означает (для нас) считать ее эмпирически адекватной — то есть считать истинным то, что теория говорит о

наблюдаемом” (стр. 18). Теории служат интеллектуальными инструментами для предсказания, управления, исследования и чистого наслаждения. Среди прочего, принятие означает обязательство. Принять теорию в области того или иного исследования – означает взять на себя обязательства развивать программу исследования, которую она предлагает. Вы можете даже принять, что она обеспечивает объяснения. Но вы должны отвергнуть то, что называют выводом к наилучшему объяснению: принять теорию потому, что она делает нечто простым, не означает тем самым

думать, что все утверждаемое теорией буквально верно.

В настоящее время позитивизм ван Фраассена является наиболее последовательным. Он обладает всеми шестью чертами, с помощью которых я определяю позитивизм, и которые разделяются Юмом, Контом и логическими позитивистами. Естественно, у него нет юмовской философии, историцизма Конта и теорий значения логических позитивистов, поскольку они не имеют ничего существенно общего с духом позитивизма. Вместе со своими предшественниками ван Фраассен разделяет

антиметафизический подход:
“Утверждение эмпирической
адекватности намного слабее, чем
утверждение истинности, и
ограничение себя принятием
освобождает нас от метафизики”, —
пишет он (стр. 69). Он за
наблюдаемость и против
причинности . Он занижает роль
объяснения , он не думает, что
объяснение ведет к истинности. На
самом деле, так же как и Юм и Конт,
он ссылается на классический
случай ньютоновской
невозможности объяснить силу
тяжести, как доказательство того,
что, по существу, объяснение не

является делом науки (стр. 94). И конечно, он *против теоретических объектов* . Таким образом, он придерживается пяти из шести положений позитивистской доктрины. Единственное оставшееся из них – это упор на верификацию или какой-либо ее вариант. Ван Фраассен не разделяет верификационную теорию значения логических позитивистов, так же как ничего подобного не разделял и Конт, а также, как я думаю, и Юм, хотя у Юма и была неверифицируемая максима о сжигании книг. Позитивистский энтузиазм относительно верификации был

лишь временно связан с концепциями значения во времена логического позитивизма. В более общей форме позитивизм выражает тягу к позитивной науке, к знанию, которое может быть установлено как истинное и чьи факты точно определены. Конструктивный эмпирицизм ван Фраассена разделяет этот энтузиазм.

Против объяснений

Многие позитивистские тезисы были более привлекательны во времена Конта, чем в наши дни. В 1840-х годах все теоретические объекты были совершенно

гипотетическими, а недоверие ко всему просто постулируемому служит исходной точкой рациональной философии. Но постепенно мы стали видеть то, что раньше лишь постулировали: микробы, гены, даже молекулы. Мы также научились использовать теоретические объекты для того, чтобы манипулировать другими объектами и закономерностями. Эти основания для реализма относительно объектов обсуждаются ниже в главах 10 и 16. Однако, один позитивистский тезис остается по-прежнему актуальным:

осторожность по отношению к объяснению.

Идея “вывода к наилучшему объяснению” довольно стара. Ч. С. Пирс (1839-1914) назвал ее методом гипотез или абдукцией. Идея заключается в том, что встречаясь с некоторым явлением, вы находите такое объяснение (возможно обладающее некоторым начальным правдоподобием), которое делает осмысленным то, что иначе необъяснимо. В этом случае вы должны прийти к заключению, что объяснение по всей видимости правильно. В начале своей научной деятельности Пирс думал, что

существует три фундаментальных типа научного вывода: дедукция, индукция и гипотеза. Чем старше он становился, тем более скептически он относился к третьему типу и под конец жизни не придавал “выводу к наилучшему объяснению” никакого значения.

Был ли Пирс прав в том, что отвергал этот тип объяснения так основательно? Я думаю, что да, но мы не должны решать этот вопрос прямо сейчас. В настоящий момент мы заняты только выводом к наилучшему объяснению как аргументом в пользу реализма. Основная идея была провозглашена

Г. Гельмгольцем (1821-1894), внесшим огромный вклад в физиологию, оптику, электродинамику и другие науки. Гельмгольц был также и философом, а реализм называл “замечательно полезной и точной гипотезой”. В настоящее время в ходу три разных довода. Я назову их доводами простоты вывода, упорядочивающей случайности и успеха науки.

Сам я скептически отношусь ко всем трем доводам. Начну с того, что объяснение может играть менее серьезную роль в научном рассуждении, чем думают философы. Объяснение явления не

представляет собой составляющей части вселенной, как было бы в случае, если бы Создатель Природы записал в книгу мира такие вещи, как объекты, явления, качества, законы, числовые константы, и наряду с этим объяснения объектов. Объяснения существуют лишь по отношению к человеческим интересам. Я не отрицаю, что объяснение (“чувство ключа, поворачивающегося в замке”, по словам Пирса) встречается в нашей интеллектуальной жизни. Но это, в основном, черта исторических или психологических обстоятельств момента. Бывают моменты, когда мы ощущаем большое продвижение в

понимании, образуя новые объясняющие гипотезы. Но это чувство не является основанием для того, чтобы предполагать, что гипотеза верна. Ван Фраассен и Картрайт настаивают на том, что быть объяснением — никогда не повод для того, чтобы вызывать доверие. Я менее строг, чем они: мне, как и Пирсу, кажется, что объяснение — все-таки основание, хоть и довольно шаткое. В 1905 году Эйнштейн объяснил фотоэффект с помощью теории фотонов. Тем самым он сделал привлекательным понятие квантованных пучков света. Но основание для доверия к теории

заклучается в ее предсказательной, а не в объяснительной силе. Ощущение ключа, поворачивающегося в замке, дает чувство, что у вас есть прекрасная новая идея, с которой можно работать. Но это не основание для убеждения в истинности идеи: это приходит позже.

Простота вывода

Аргумент простоты вывода говорит, что было бы абсолютным чудом, если бы, например, фотоэлектрический эффект продолжался при отсутствии фотонов. С точки зрения реалиста объяснение постоянства феномена

преобразования телевизионной
информации из картинок в
электрические импульсы,
превращающиеся в
электромагнитные волны, которые
затем через антенну поступают на
домашний телевизор, заключается в
том, что фотоны все-таки
существуют. Иначе, как верно
замечает Дж. Дж. Сمارт, “пришлось
бы предположить, что наблюдаемое
поведение явлений осуществилось
благодаря совпадению бесконечного
числа счастливых случайностей, в
результате чего явления чудесным
образом вели себя так, *как если бы*
они были вызваны

несуществующими вещами, о которых идет речь в теоретическом словаре.” На самом деле реалист заключает о реальности фотонов, поскольку в противном случае, считает он, мы не могли бы понять, как картинки превращаются в электронные сообщения.

Но даже если, вопреки тому, что я сказал, объяснение было бы основанием для доверия, оно вовсе не показалось бы выводом к наилучшему объяснению. Это происходит потому, что *реальность* фотонов не является составной частью объяснения. По Эйнштейну, нет никакого дальнейшего

объяснения типа “и фотоны реальны” или “фотоны существуют”. Здесь я склонен следовать Канту и считать, что существование – просто логический предикат, который не добавляет ничего нового к предмету. Если мы добавим “и фотоны реальны” к тому, что написал Эйнштейн, то это не будет способствовать большему пониманию и ни коим образом не усилит объяснение.

Если объясняющий протестует, говоря, что Эйнштейн сам утверждал существование фотонов, то он отклоняется от существа дела, поскольку спор между реалистом и

антиреалистом касается того, необходима ли для адекватности теории фотонов Эйнштейна реальность самих фотонов.

Упорядочивающая случайность

Довод простоты вывода касается лишь одной теории, одного явления и объектов одного типа. Аргумент упорядочивающей случайности указывает на то, что часто при росте знания хорошая теория объясняет различные явления, которые раньше не считались связанными. И наоборот, мы часто приходим к одним и тем же материальным объектам, используя

совершенно разные способы рассуждения. Ганс Рейхенбах называл это доводом общей причины, и он был возрожден Весли Салмоном. Его любимым примером является не фотоэлектрический эффект, а другое достижение Эйнштейна. В 1905 году Эйнштейн дал объяснение явлению броуновского движения – случайного движения частиц пыли под ударами движущихся молекул. Когда вычисления Эйнштейна сочетаются с результатами тщательных экспериментов, мы можем, например, подсчитать число Авогадро, то есть число молекул

произвольного газа, содержащегося в данном объеме при заданных температуре и давлении. Это число вычислялось, исходя из разных соображений, начиная с 1815 года. Что замечательно, так это то, что мы получаем по существу одно и то же число, но разными путями. Единственное объяснение этому может быть то, что молекулы существуют и их приходится около $6.023 \cdot 10^{23}$ на граммоль любого газа. И здесь, как мне кажется, мы отклоняемся от существа спора между реалистами и антиреалистами. Антиреалисты соглашались с тем, что расчет

усредненного пути молекулы, проделанный Эйнштейном и другими, является триумфом науки. Он потрясающе соответствует опытным данным, эмпирически адекватен. Реалист спрашивает, почему он эмпирически адекватен — не потому ли, что этот газ просто состоит из молекул? Антиреалист, возражая, говорит, что объяснение — это не критерий истины, и что все наши данные указывают только на эмпирическую адекватность. Короче говоря, аргументы повторяются по кругу (что, как я утверждаю, происходит и со всеми другими

обсуждениями, ограничивающимися теоретической стороной дела).

История успеха

Предыдущие рассуждения больше относились к вопросу о существовании объектов; теперь мы рассмотрим вопрос об истинности теорий. Все наши размышления относятся не к какой-то малой части науки, но к “Науке”, которая, по словам Хилари Патнэма, Достигла Успеха. Это связано с утверждением, что Наука стремится к истине. Такого положения придерживаются многие, в том числе У. Ньютон-Смит в своей книге “Рациональность” (1982).

Почему наука достигает успеха? Потому что имеется сходимость к истине. Этот вопрос основательно исследован, и я отсылаю читателя к множеству недавних обсуждений. Утверждение о том, что в этом случае у нас имеется “аргумент” в пользу реализма, приводит к следующим дополнительным возражениям:

1. Самое большее, на что указывает явление роста, — это монотонное возрастание знания, но не сходимость. Такое тривиальное наблюдение важно, так как “сходимость” подразумевает, что существует *одна* сводящая сущность,

тогда как для “возрастания” такого условия нет. Может возникнуть нагромождение знания без какого-либо единого корпуса знания, в котором это знание собирается. Может возрастать глубина понимания, широта обобщения, без какой-либо четко определенной сходимости. История физики двадцатого века — свидетельство тому.

2. Существуют многочисленные чисто социологические объяснения роста знания, свободные от предположений о его реалистическом характере. Некоторые из них намеренно

представляют “рост знаний” как иллюзию. Как видно по куновскому анализу в “Структуре научных революций”, когда нормальная наука существует успешно, она решает задачи, которые сама ставит перед собой как разрешимые, так что рост встроен в такое развитие. После революционного перехода история науки переписывается, так что более ранние успехи иногда игнорируются как неинтересные, а “интересным” становится как раз то, в чем преуспела постреволюционная наука. Таким образом чудесный поступательный рост науки есть артефакт обучения и учебников.

3. То что увеличивается – это не строго возрастающий корпус (почти истинной) *теории* . Философы, ориентирующиеся на теорию, фиксируют внимание на накоплении теоретического знания, а это довольно сомнительный тезис. Кое-что действительно накапливается. (а) Накапливаются явления. Например, Уиллис Лэмб пытается описать оптику без фотонов. Лэмб может избавиться от фотонов, но фотоэлектрический эффект остается. (б) Накапливаются манипулятивные и технологические навыки – и без принятия тезиса о реальности фотонов фотоэлектрический эффект

будет открывать двери в магазинах. (в) Для философа интереснее то, что стили научного рассуждения также стремятся к кумуляции. Мы постепенно накопили огромное количество методов, включая геометрический, аксиоматический, моделирующий, статистический, гипотетико-дедуктивный, генетический, эволюционный, и даже исторический. Конечно, имеют место возрастания типа (а), (б), и (в), но ни один из них не связан с реальностью теоретических объектов или истинностью теорий.

4. Может быть, и существует неплохая идея, которую я отношу к

Имре Лакатошу и которая была предвосхищена Пирсом и прагматизмом, о которых речь пойдет ниже. Этот путь открыт для посткантианства и постгегельянства, отбросивших теорию истинности, основанную на соответствии. Рост знания принимают за данный факт и пытаются описать истину в его терминах. Это не объяснение, основанное на предположении о реальности, а определение реальности как того, к “чему мы растем”. Такой взгляд может быть ошибочным, но, по крайней мере, в нем есть начальная убедительность.

Об этом я буду говорить в восьмой главе.

5. Более того, существуют некоторые предположительные выводы, которые можно сделать из факта роста знания. Вновь цитируя Пирса, можно утверждать, что наши способности к формированию приблизительно правильных ожиданий о человеческом мире могут быть объяснены теорией эволюции. Если бы мы все время формировали неправильные ожидания, мы бы вымерли. Однако, представляется, что у нас есть поразительная способность формулировать структуры, которые

объясняют и предсказывают как внутреннее строение природы, так и наиболее отдаленные области космологии. Что могло нам дать, в терминах выживания, обладание мозгом, настолько приспособленным к микро- и макрокосмосу? Может быть мы должны полагать, что люди на самом деле рациональные животные, которые живут в рациональной вселенной. Пирс сделал еще более поучительное, если не более невероятное предположение. Он заявил, что строгий материализм и детерминизм ложны. Весь мир есть то, что он называл “истощенный ум”, который

порождает привычки. Привычки к выводу, которые мы образуем по отношению к миру, формируются в соответствии с некоторыми привычками, которые мир приобрел по мере накопления своего высокого спектра закономерностей. Это довольно причудливое и завораживающее метафизическое предположение, которое можно превратить в объяснение “успеха науки”.

Насколько воображение Пирса контрастирует с банальной пустотой Истории об Успехе или аргумента сходимости, выдвигаемого в качестве довода в пользу реализма! Мне

кажется, что Поппер предстаёт мудрее всех прочих реалистов, открыто признающих свои убеждения, когда пишет о бессмысленности объяснения нашего успеха. Мы можем только иметь веру в то, что он будет продолжаться. Если вам непременно нужно объяснение успеха науки, тогда согласитесь с Аристотелем, который говорил, что мы – рациональные животные, живущие в рациональном мире.

4. ПРАГМАТИЗМ

Прагматизм – это американская философия, основанная Чарльзом Сандерсом Пирсом (1839-1914) и популяризированная Уильямом Джеймсом (1842-1910). Пирс был неуживчивым гением. Благодаря своему отцу, в то время одному из немногих выдающихся математиков Америки, он получил работу в Гарвардской Обсерватории и в службе прибрежной и геодезической съемке. Во времена, когда философы становились профессорами, Джеймс нашел ему работу в Университете Джонса Хопкинса. Там он наделал много шума своим непристойным поведением на глазах у публики

(например, он мог прямо на улице запустить кирпичом в свою любовницу), так что президент университета распустил весь философский факультет, потом создал новый и принял обратно на работу всех, кроме Пирса. Пирсу не понравилась популяризация прагматизма Джеймсом, так что он придумал новое название для своих идей – прагматицизм. Он говорил, что это название достаточно безобразное, чтобы его никто не мог присвоить. Отношение прагматицизма к реальности хорошо изложено в многократно переизданном и широко

распространенном эссе Пирса
“Некоторые последствия четырех
неспособностей”(1868).

“Что мы подразумеваем под
реальным? Это понятие, которое мы,
должно быть, впервые получили,
когда обнаружили существование
нереального, иллюзии, то есть
впервые поправили себя. Реальное —
это то, что рано или поздно явится
результатом данных и рассуждения,
и, следовательно, не зависит от моих
и ваших капризов. Таким образом,
сам источник понятия реальности
существенным образом
подразумевает понятие
СООБЩЕСТВА [исследователей —

Прим. пер.] без определенных границ и способного к увеличению знаний. Эти два ряда познания — реальное и нереальное состоят из ряда познавательных актов, которые в будущем сообщество всегда готово подтвердить вновь, и из ряда познавательных актов, которые сообщество будет впоследствии отвергать на тех же условиях. Так, суждение, ложность которого никогда не может быть обнаружена и ошибка в котором, следовательно, абсолютно непознаваема, не содержит, в соответствии с нашим принципом, никакой ошибки. Следовательно, то, что полагается в

этих условиях реальным, действительно им и является. Таким образом, ничто не мешает нашему знанию внешних объектов быть такими, какими они являются в действительности. И более всего вероятно, что мы знаем их в бесчисленных случаях, хотя мы никогда не можем быть полностью уверены в этом знании в каждом конкретном случае.”

Именно это понятие возрождает в наше время Хилари Патнэм, чей “внутренний реализм” — тема главы 7.

Путь к Пирсу

Пирс и Ницше – два самых замечательных философа, творивших столетие назад. Оба наследники Канта и Гегеля. Они олицетворяют альтернативные способы реакции на этих философов. Оба принимали без доказательства то, что показал Кант: истина не может заключаться в каком-либо соответствии знания внешней реальности. Оба принимали без доказательства существование процесса и, возможно, прогресса как основных характеристик природы человеческого знания. Они узнали это от Гегеля.

Ницше вспоминает, как истинный мир стал басней. * Один из афоризмов в его книге “Сумерки идолов” начинается с платоновского высказывания: “истинный мир – достижимый для мудреца, для добродетельного”. С Кантом, полагает Ницше, мы приходим к чему-то “неуловимому, бледному, нордическому, кенигсбергскому”. Затем идет Заратустра, со странным подобием субъективизма. Это не единственный посткантовский путь. Пирс старался заменить истину методом. Истина – это то, что появляется в конце концов у сообщества познающих, ищущих

определенную цель определенным способом. Таким образом, Пирс ищет объективную замену идеи о том, что истина соответствует реальности, независимой от разума. Он иногда называл свою философию объективным идеализмом. Его очень впечатляла потребность людей в устойчивой системе убеждений. В известном эссе о закреплении верования (*fixation of belief*) он с неподдельной серьезностью рассматривает мнение о том, что мы должны формировать свои убеждения следуя авторитетам или верить в то, что пришло нам в голову первым и придерживаться этого. У

современных читателей часто возникают сложности с этим эссе, потому что они ни на минуту не могут поверить в то, что Пирс считал, что Господствующая (и могущественная) Церковь очень хорошее средство для формирования убеждений. Если нет ничего, чему может соответствовать истинное убеждение, почему не дать церкви сформировать свои убеждения? Знание о том, что истина принадлежит твоей партии, может быть очень удобным. Пирс отвергает эту возможность, так как считает фактом человеческой природы (не предчеловеческой истины) то, что в

конце концов всегда будут существовать инакомыслящие. Если у вас есть возможность иметь внутренне самостабилизирующий метод, признающий постоянную возможность ошибки и в то же время имеющий тенденцию к сходимости, тогда у вас есть лучший способ установления убеждений.

Повторенные измерения в качестве модели мышления

Пирс является, вероятно, единственным философом современности, который был достаточно хорошим экспериментатором. Он производил

много измерений, в том числе по определению гравитационной постоянной. У него много работ по теории ошибок. Таким образом, ему был знаком способ, в соответствии с которым последовательность измерений может сходиться к одному основному значению. Измерение, по его опыту, сходится, и то, к чему оно сходится, по определению верно. Он полагал, что также все человеческие знания должны иметь такое же свойство. Достаточно долго продолжающееся исследование должно привести к устойчивому мнению по любому вопросу, к которому мы обратимся. Пирс не

считал, что истина — это соответствие фактам: истины — это устойчивые заключения, к которым приходит бесконечно развивающееся СООБЩЕСТВО исследователей.

Предложение заменить истину методом, гарантирующим научную объективность, внезапно стало вновь популярным. Я считаю, что в этом суть методологии исследовательских программ Имре Лакатоша, которую я объясняю в главе 8. В отличие от Пирса, Лакатош исследует самую разнообразную научную деятельность, и его представление о науке далеко от упрощенной картины получения знания повторяемым и

немного туповатым методом проб и ошибок. Совсем не так давно Хилари Патнэм стал приверженцем Пирса. Патнэм не считает, что мнение Пирса о методе исследования является последним словом, но он и не предполагает, что последнее слово существует. Он полагает, что существует развивающееся представление о рациональном исследовании и что истина – это то, что будет следовать из результатов, к которым стремится данное исследование. По Патнэму, существует двойной предельный процесс. По Пирсу, существовал один метод исследования, базирующийся

на дедукции, индукции и, в меньшей степени, на выводе к лучшему объяснению. Истиной считалось, грубо говоря, все, к чему сходились гипотезы, выводы и проверки. Это один предельный процесс. По Патнэму, методы исследования сами могут расти и новые стили рассуждения могут строиться на старых. Но он надеется, что здесь скорее будет иметь место некоторая кумуляция, чем резкое вытеснение одного стиля рассуждения другим. В таком случае может быть два предельных процесса: долгосрочный процесс, сходящийся к “рациональности” накопленных

способов мышления, и долгосрочный процесс, сходящийся к фактам, которые согласуются с этими развивающимися видами рассуждений.

Представление

Пирс работал над целой гаммой философских тем. Он собрал вокруг себя круг людей, которые едва разговаривали друг с другом. Некоторые считают его предшественником Карла Поппера: ни у кого другого мы не находим столь четкого взгляда на самокорректирующийся метод науки. Логика считают, что у него было

много интуитивных догадок относительно того, как должна развиваться современная логика. Изучающие вероятность и индукцию справедливо замечают, что у Пирса было настолько глубокое понимание вероятностного мышления, насколько это было возможно в его время. Пирс написал много туманных, но прекрасных работ о знаках, и целая дисциплина, называемая семиотикой, почитает его в качестве своего отца-основателя. Я считаю его работы важными, так как он сделал необычное предположение, что человек тождествен своему

личностному языку. Это предположение стало центральным в современной философии. Я считаю его работы важными, так как он первым высказал идею о том, что мы живем в мире случая, который хотя и является недетерминированным, но благодаря законам вероятности порождает неверное убеждение в том, что природа управляется регулярными законами. Взглянув на указатель в конце этой книги, вы обратитесь к другим вещам, которым мы можем научиться у Пирса. Пирс пострадал от читателей с ограниченными представлениями, так что его ценят больше за ту или

иную точную мысль в логике или за некоторые загадочные идеи о знаках. Мы же будем рассматривать его как не укладывающегося в сколько-нибудь определенные рамки мыслителя, одного из немногих, понимавших события своего столетия и собиравшегося оставить на них свой отпечаток. У него это не получилось. Он почти ничего не закончил, но начал — почти все.

Дороги расходятся

Пирс придавал значение рациональному методу и сообществу исследователей, которые постепенно устанавливают некую систему

знания. Истина — это любой конечный результат. Два других великих прагматиста, Уильям Джеймс и Джон Дьюи, имели совсем другую интуицию. Они жили если не сегодняшним днем, то ближайшим будущим. Они едва ли задавались вопросом, что может получиться в конце, если он вообще будет. Истина, полагают они, — это то, что отвечает нашим теперешним потребностям или, в крайнем случае, потребностям ближайшего будущего. Потребности могут быть серьезными и разными, как об этом говорится в прекрасных лекциях Джеймса “Многообразие религиозного опыта”. Дьюи дал нам

идею того, что истина — это гарантированная приемлемость. Он думал о языке как об инструменте, который мы используем для оформления нашего опыта так, чтобы он соответствовал нашим целям. Таким образом, кажется, что мир и наше представление о нем предстают для Дьюи очень похожими на социальный конструкт. Дьюи презирал все дуализмы — разум/материя, теория/практика, мысль/действие, факт/ценность. Он смеялся над тем, что называл зрительской (spectator) теорией знания. Он говорил, что она возникла из-за существования класса незанятых

людей, которые размышляли и писали философские труды, в отличие от класса предпринимателей и рабочих, у которых не было времени для простого созерцания. Моя собственная точка зрения о том, что реализм — это скорее вмешательство в мир, чем его представление в словах и в мышлении, безусловно, во многом обязана Дьюи.

Тем не менее, у Джеймса и Дьюи отсутствует интерес по отношению к тому вѣ дению исследовательского процесса, который был у Пирса. Их не волновало, какие знания получим мы

в конце концов. Идея абсолютной системы человеческого знания казалась им химерой. Вот почему переработка прагматизма Джеймсом встретила сопротивление у Пирса. Такое же разногласие имеет место и сейчас. Хилари Патнэм — сегодняшний приверженец Пирса. Ричард Рорти в своей книге “Философия и зеркало природы” играет некоторые из ролей Джеймса и Дьюи. Он недвусмысленно заявляет, что современная история американской философии неправильно расставляет акценты. То, за что ценили Пирса, не имело большого значения для философии

(то, что я написал разделом выше о воззрении Пирса, очевидно, расходится с этим). Настоящими учителями, с точки зрения Рорти, являются Дьюи и Джеймс. Дьюи, Хайдеггер и Витгенштейн – три классика двадцатого века, полагает он. Но Рорти пишет не только с тем, чтобы выразить восхищение. В отличие от Пирса и Патнэма, его не интересует ни “конец концов”, ни совершенствующиеся каноны рациональности. В длительной перспективе ничто не может претендовать на абсолютную разумность, считает он. Джеймс, утверждает он, был прав:

рациональное — это то, что полагается таковым в наши дни, и этого определения достаточно. Разум может быть возвышенным благодаря тому, что он пробуждает в нас и в отношениях между нами. Не существует ничего, что бы делало одно рассуждение действительно более разумным, чем другое. Рациональность является внешней: это то, о чем мы принимаем соглашение. Если модные теории литературы менее живучи, чем модные химические теории, — это вопрос социологии. Это не означает, что химия обладает лучшим методом и что она ближе к истине.

Таким образом, прагматизм разветвляется: с одной стороны Пирс и Патнэм, с другой – Джеймс, Дьюи и Рорти. И те, и другие – антиреалисты, но по-разному. Пирс и Патнэм, как оптимисты, надеются, что есть нечто, к чему в конце концов приведут информация и размышления. Именно это для них реально и истинно. Для Пирса и Патнэма *интересно* определить реальное и знать, что именно будет развиваться как реальное в нашей схеме. Это не так интересно для другого вида прагматизма. Как жить и как рассуждать – вот что интересно для него. Для его представителей не

существует не только внешней истины, не существует и внешних или даже развивающихся канонов рациональности.

Версия прагматизма Рорти – это уже другая философия, базирующаяся на языке и рассматривающая жизнь как предмет разговора (conversation). Дьюи справедливо презирал зрительскую (созерцательную) теорию познания. Что мог бы он думать о науке как разговоре? По-моему, правильный путь у Дьюи – попытка разрушить концепцию знания и действительности (реальности) как предмета главным образом теоретического мышления и

представления. Он должен был бы повернуть философскую мысль к экспериментальной науке, но вместо этого его новые последователи превозносят разговор.

Дьюи отличал свою философию от философии более ранних прагматистов, называя ее *инструментализмом*. Это частично указывало на направление его размышлений, в соответствии с которым все, что мы производим (включая все средства, в том числе язык как средство) являются инструментами вмешательства, когда мы обращаем наши опыты в мысли и поступки, которые служат нашим

целям. Но вскоре “инструментализм” стал обозначать некую философию науки. Инструменталист, как сказалось бы большинство современных философов, представляет собой особую разновидность антиреалиста в отношении науки — это тот, кто считает теории только средствами или вычислительными инструментами для организации описаний явлений и для построения выводов от прошлого к будущему. Согласно инструментализму, теории и законы не являются истинными или ложными сами по себе. Они лишь инструменты, которые не должны пониматься как буквальные

утверждения. С позиции инструментализма термины, обозначающие ненаблюдаемые объекты, вообще не имеют референтов. Таким образом, инструментализм должен противопоставляться точке зрения ван Фраассена, согласно которой теоретические выражения должны пониматься буквально, но в них не обязательно верить, надо просто их “принимать” и использовать.

Чем отличаются позитивизм и прагматизм?

Разница возникает в связи с тем, что оба течения имеют разные

корни. Прагматизм – гегельянское учение, которое вкладывает всю свою веру в процесс познания. Позитивизм возникает из концепции “наблюдение есть основа знания” (*Seeing is believing*). Прагматист не спорит со здравым смыслом: конечно, электроны и стулья одинаково реальны, если нам никогда больше не придется сомневаться в их значении для нас. Позитивист заявляет, что в электроны нельзя верить, потому что их никогда нельзя будет увидеть. И так далее, по всему позитивистскому списку. Где позитивист отрицает причинность и объяснение,

прагматист, по крайней мере в традиции Пирса, с радостью принимает их – в той мере, пока они полезны и выдерживают испытание временем.

5. НЕСОИЗМЕРИМОСТЬ

Почему такая избитая проблематика, как научный реализм, вновь стала значимой в философии науки? Реализм выиграл великую битву во времена давнего спора между системами Коперника и Птолемея. К концу девятнадцатого века проблемы атомизма внесли свой

вклад в распространение антиреализма. Существует ли сейчас сопоставимый по значимости научный вопрос? Может быть. Один из способов понять квантовую механику — это занять идеалистическую позицию. Некоторые считают, что человеческое наблюдение неотъемлемым образом включено в саму природу квантовомеханической системы, так что система просто изменяется, когда ее начинают измерять. Дискуссии по “проблеме измерения в квантовой механике”, споры о “соотношении неопределенностей”, о “редукции

волнового пакета” делают не случайным то, что вопросы философии квантовой механики занимают важное место в произведениях наиболее оригинальных исследователей, разрабатывающих проблемы научного реализма. По всей видимости, целый ряд идей Хилари Патнэма, Баса ван Фраассена или Нэнси Картрайт возникает из-за того, что квантовая механика рассматривается как модель всей науки.

С другой стороны, множество физиков испытывают раздражение по поводу такой философии. Недавно

Бернар д'Эспанья внес большой вклад в создание нового реализма. Его работа была частично мотивирована разрушением таких старых реалистических понятий, как материя и объект в некоторых областях современной физики. На него особенно подействовали некоторые недавние результаты, которые носят общее имя неравенств Белла и которые поднимают вопрос о таких разных проблемах, как логика, временной порядок, каузальность и дальное действие. В конце работы он защищает некоторый вариант реализма, отличный от тех, которые обсуждаются в данной книге.

Следовательно, внутри науки существуют проблемы, которые подстегивают современные размышления о реализме. Но вопросы одной частной науки никогда не вызовут философского беспокойства. Знаменательно, что спор между коперниканской и птолемеевской системами, апогеем которого было осуждение Галилея, имел религиозные корни. Он включал вопрос о статусе человечества во вселенной: находимся ли мы в ее центре или на периферии? Антиреалистический антиатомизм был частью позитивизма конца девятнадцатого

века. Аналогичным образом, в наше время историко-философская работа Куна была важнейшей составной частью новой дискуссии о реализме, хотя дело обстояло отнюдь не так, что он один преобразовал всю историю и философию науки. Когда в 1962 году вышла его книга “Структура научных революций”, сходные мысли выражались большим количеством людей. Более того, формировалась новая дисциплина — история науки. В 1950-ые годы это была область одаренных дилетантов. В 1980-ые она стала индустрией. Учась физике, молодой Кун был увлечен историей, так же как и

многие другие люди того времени. Как я сказал в своем *Введении* , фундаментальное преобразование в философской перспективе было таким: наука стала рассматриваться как историческое явление.

Эта революция оказала два взаимосвязанных действия на философов. Возник кризис рациональности, который я описал. Возникла также волна сомнения по поводу научного реализма. Вместе с каждой сменой парадигмы мы начинаем, как полагает Кун, видеть мир по-другому — возможно, мы начинаем жить в другом мире. Наука в своем развитии, по Куну, не

стремится к некоторой подлинной картине мира, поскольку таковой просто нет. Не существует прогрессивного движения по направлению к истине, есть лишь рост технологии и, может быть, существует “прогресс в удалении от идей”, которые никогда больше не покажутся нам привлекательными. Но существует ли вообще в таком случае реальный мир?

В рамках этого множества идей одно модное словечко стало особенно популярным — *несоизмеримость*. Стали говорить, что последовательно сменяющие друг друга и соперничающие теории,

описывающие одну и ту же область данных, “говорят на разных языках”. Их нельзя ни строго сравнивать, ни переводить из одной в другую. Языки различных теорий — языковые двойники различных миров, которые мы можем населять. Мы можем перейти из одного мира в другой или от одного языка к другому путем переключения гештальта, но не на основании какого-либо рационального решения.

Реалист относительно теорий не может приветствовать эту точку зрения, из которой цель познавательного процесса — поиск истины о мире — исчезла. Реалист

относительно объектов также не может быть удовлетворен, поскольку вопросы о существовании всех теоретических объектов оказываются ограниченными рамками теории. В принятой ныне теории электронов они могут считаться существующими, но заявление о том, что электроны существуют вообще, больше не имеет смысла. Выдвигалось множество теорий об электронах, каждая из которых признавалась тем или иным выдающимся ученым: Р.А. Милликен, Лоренц и Нильс Бор имели на этот счет совершенно разные идеи. Принцип несоизмеримости

утверждает, что под словом “электрон” все эти ученые имели в виду совершенно разные вещи. Они говорили о различных вещах, считает защитник принципа несоизмеримости, в то время как реалист относительно объектов считает, что все они говорят об электронах.

Следовательно, хотя несоизмеримость является важной темой в обсуждении рациональности, она также важна и для проблемы реализма, и тезис о несоизмеримости стоит в оппозиции к научному реализму. Однако чуть более внимательное отношение к

этому тезису делает его не столь страшным, как иногда полагают.

Виды несоизмеримости

Новое философское
использование слова
“несоизмеримость” – результат бесед
Пола Фейерабенда с Томасом Куном
на Телеграф Авеню в Беркли около
1960 года. Что оно означало до того,
как эти два человека вновь ввели его
в обиход? Это слово имело точный
смысл в греческой математике. Оно
означало “не имеют общей меры”.
Два отрезка длины имеют общую
меру (соизмеримы), если [для
некоторых n и m] m отрезков

первой длины будут равны по длине n отрезкам второй длины. Таким образом, мы можем измерить один отрезок другим. Не все длины соизмеримы. Диагональ квадрата не соизмерима с его стороной, или, как мы сейчас выражаем этот факт, $\sqrt{2}$ не представим рациональным числом вида m / n , где m и n целые числа.

Когда философы используют метафору несоизмеримости, они не имеют в виду что-либо настолько точное. Они думают о сравнении научных теорий, но конечно же, не может существовать точной меры для этой цели. После двадцати лет

ожесточенных споров, само слово “несоизмеримый” стало относиться к трем различным вещам. Я буду называть их *несоизмеримостью вопросов* , *разобщением* и *несоизмеримостью значения* . Первые две, в отличие от третьей, могут быть довольно понятными.

Накопление и поглощение

“Структура науки” Эрнеста Нагеля, вышедшая в 1961 году, была одним из классических произведений по философии науки, написанных в последнее время на английском языке. (Заглавия могут говорить о многом. Главной удачей

1962 года стала книга “Структура научных революций”). Нагель говорит о стабильных структурах и непрерывности. Он принимает за само собой разумеющееся то, что знания стремятся к накоплению. Время от времени теория T заменяется теорией T^* . Когда следует менять теорию? Идея Нагеля заключается в том, что новая теория T^* должна быть способной объяснить те явления, которые объясняются теорией T , и, кроме того, делать все те оправдывающиеся предсказания, которые делает теория T . В дополнение к этому, она должна либо исключать некоторую

ошибочную часть T , либо покрывать более широкий круг явлений или предсказаний. В идеале T^* делает и то, и другое. В этом случае T^* *поглощает* , включает в себя (*subsumes*) T .

Если T^* поглощает T , то, грубо говоря, существует общая мера для сравнения обеих теорий. В любом случае, правильная часть T включается в T^* . Так что мы можем метафорически говорить, что T и T^* соизмеримы. Такая соизмеримость предоставляет базис для рационального сравнения теорий.

Несоизмеримость тем

Фейерабенд и Кун ясно показали, что Нагель указал не все аспекты процесса смены теорий. Последующая теория может исследовать другие задачи, использовать новые понятия и иметь приложения, отличные от предыдущей. Она может просто забыть многих своих старых предшественников. Тот способ, которым она распознает, классифицирует и, прежде всего, производит явления, может не соответствовать старому подходу. Например, кислородная теория горения вначале оказалась не приложимой ко всем тем явлениям,

которые хорошо объясняла теория флогистона. В данном случае просто неверно, что новая теория включала в себя старую.

По мнению Нагеля, T^* должна “покрывать” те же проблемы, что и T , и делать это по крайней мере так же хорошо, как и T . Она должна также ставить некоторые новые вопросы. Такое обладание общими областями исследования и их расширение обеспечивает соизмеримость T и T^* . Однако Кун и Фейерабенд говорят, что часто происходит смена исследуемых проблем. В связи с этим мы не можем сказать, что новая теория T^* выполняет задачу лучше

чем T , потому что они выполняют разные задачи.

Куновская схема развития науки, состоящая из нормальной науки кризиса-революции-нормальной науки, делает такую несравнимость обсуждаемых проблем довольно правдоподобной. Согласно этой схеме, в теории T возникает кризис, когда некоторое множество контрпримеров привлекает к себе широкое внимание исследователей, но само по себе не способно привести к пересмотру T . Революция обеспечивает новое описание контрпримеров и порождает теорию, которая

объясняет явления, ранее создававшие трудности. Революция бывает успешной, если новые понятия помогают решать некоторые старые задачи, а также порождают новые подходы и новые вопросы для исследований. В результате новая нормальная наука может игнорировать успехи предшествующей нормальной науки. Следовательно, хотя теории T и T^* могут пересекаться, не существует ничего похожего на нагелевскую картину включения предшествующей теории в последующую. Более того, даже в том случае, когда есть пересечение, те способы, которыми

T^* описывает некоторые явления, могут быть настолько отличными от описания, предлагаемого теорией T , что даже понимание этих явлений достигается разными способами.

В 1960-ые годы, когда многие англоязычные философы науки могли бы согласиться с Нагелем, работы Куна и Фейерабенда оказали шокирующее действие. Но к настоящему времени тезис о несоизмеримости проблем сам по себе представляется вполне понятным. Выяснение того, привела ли теория кислорода к постановке вопросов, отличных от тех, которые изучались в теории флогистона,

относится к компетенции истории. Несомненно, что найдется большое множество исторических примеров, когда смена теорий начиналась по схеме Нагеля, но затем приходила к противоположной ситуации, когда мы должны сказать, что новая теория полностью заменяет круг вопросов, понятий и задач, которые были предметом исследования теории T . В пределе, студенты более поздних поколений, обучающиеся по теории T^* , могут находить теорию T просто непонятной, до тех пор, пока они, оказавшись в роли историков и интерпретаторов, не начнут изучать теорию T как бы с голого места.

Разобшение

Достаточно долгое время и существенные сдвиги в теории могут сделать более ранние работы непонятными для более поздней научной аудитории. Здесь важно указать на одно отличие. Старая теория может быть забыта, но все же понятна современному читателю, желающему потратить время на то, чтобы изучить ее. С другой стороны, появление некоторой теории может влечь за собой столь радикальное изменение, что необходимо нечто большее, чем просто обучение этой теории. Двух следующих примеров

достаточно, чтобы показать это отличие.

Пятитомная “Небесная механика” — огромная книга по ньютоновской физике, написанная Лапласом около 1800 года. Современный студент, занимающийся прикладной математикой, в состоянии понять ее, даже когда в конце книги Лаплас начинает писать о теплороде. Теплород — это субстанция тепла, которая предположительно состоит из малых частиц, обладающих отталкивающей силой, очень быстро затухающей на расстоянии. Лаплас гордился тем, что решил некоторые

важные задачи с помощью модели, включающей теплород. Он был первым, кто смог вычислить величину скорости звука в воздухе. Лаплас получил величину, приблизительно равную наблюдаемой, в то время как выкладки Ньютона давали совершенно неверный результат. Мы больше не верим в то, что существует такое вещество, как теплород, и мы полностью заменили теорию тепла Лапласа. Но мы можем работать с этой теорией и понимать, как действовал Лаплас.

Для контраста обратимся к множеству томов Парацельса,

который умер в 1541 году. Он является
собой пример традиции
североевропейского Возрождения,
включающую в себя целый букет
интересов, свойственных
герметизму: медицину, физиологию,
алхимию, собирание травников,
предсказание будущего. Так же как и
множество других “докторов” того
времени, он занимался всем этим как
частью одного искусства. Историк
может обнаружить в работах
Парацельса предвосхищение более
поздней химии и медицины. Знаток
трав может отыскать у него какое-
нибудь забытое традиционное
средство. Но если вы начнете читать

его труды, вы обнаружите нечто совершенно чуждое нам.

Не то что бы мы не могли понять его слов, читая их одно за другим. Он писал на кухонной латыни и старонемецком языке, но это не создает серьезных трудностей. Труды Парацельса переведены на современный немецкий, и некоторые его работы доступны на английском. Представление о его манере письма можно получить по фрагментам вроде следующего: “Природа действует через другие вещи, такие, как картины, камни, травы, слова, или когда она создает кометы,

подобия * , кольца вокруг планет и другие неестественные небесные образования”. Здесь мы не можем понять сам порядок мысли, поскольку он основан на целой системе категорий, которая нам едва ли понятна.

Даже когда нам кажется, что можно хорошо понимать слова, мы находимся как в тумане. Многие серьезные и умные авторы эпохи Возрождения делают необычайные утверждения о происхождении уток, гусей или лебедей. Гниющие бревна, плавающие в неаполитанском заливе, порождают гусей. Утки рождаются

от казарок. В те времена люди знали все об утках и гусях: они имели их на своих скотных дворах. Лебедей разводили для представителей правящих классов. Каков смысл этих абсурдных предложений о казарках и бревнах? Дело не в недостатке средств для понимания этих мыслей. У нас есть слова, такие как, например, содержащееся в “Словаре” Джонсона (1755), а также в Английском Оксфордском Словаре: “Анатиферус – производящий уток или гусей, то есть производящий казарок. Ранее предполагалось, что он растет на деревьях и, падая в воду, превращается в гусевое дерево”.

Определение достаточно простое, но в чем суть этой мысли? Парацельс — это не книга за семью печатями. Можно научиться читать его и даже имитировать. В его времена существовала масса подражателей, которых мы теперь называем псевдо-Парацельсами. Вы можете понять ход его мысли настолько, чтобы написать еще один том псевдо-Парацельса. Но для этого вы должны воспроизвести чуждый нам образ мысли, слабое подобие которого существует ныне в гомеопатической медицине. Беда заключается не в том, что мы считаем, что Парацельс ошибался, она в том, что мы не можем

приписать истинность или ложность множеству его предложений. Стил ь его рассуждений нам чужд. Сифилис, писал Парацельс, нужно лечить мазью из ртути, а также употреблением внутрь этого металла, поскольку ртуть есть знак планеты Меркурий, который в свою очередь служит знаком рынка, а сифилис подхватывают на рынке. Понимание этого — упражнение, совершенно отличное от того, которое предоставляет нам лапласовская теория теплорода.

Дискурс Парацельса несоизмерим с нашим, поскольку нет способа, которым мы могли бы

сопоставить все то, что он хотел сказать, с тем, что хотим сказать мы. Мы можем выразить его мысли по-английски, но не можем утверждать или отрицать то, что говорится. Для того, чтобы научиться говорить подобно ему, нужно отказаться от образа мысли нашего времени, разобщиться с ним. Вот почему я говорю, что различие между нами и Парацельсом заключается в *разобщении*.

Мы не переусердствуем, если скажем, что Парацельс жил в мире, отличном от нашего. Существует два сильных лингвистических коррелята для понятия разобщение. Один из

них заключается в том, что многочисленные утверждения Парацельса не могут быть оценены как истинные или ложные. Другой – в том, что центральными для его мысли являются забытые способы рассуждения. В одной работе я показал, что эти аспекты тесно связаны. Интересующее нас предложение истинно или ложно вообще, только если существует способ рассуждения, который поможет установить истинностное значение. Куайн и другие пишут о концептуальных схемах, под которыми они имеют в виду множество предложений, которые

считаются истинными. Я думаю, что это ошибочная характеристика. Концептуальная схема — это сеть возможностей, чья языковая формулировка есть класс предложений, которые претендуют на то, чтобы быть ложными или истинными. Парацельс видел мир как иную сеть возможностей, воплощенных в методы рассуждения, отличные от наших. Поэтому мы и разобщены с ним.

Хотя Пол Фейерабенд и говорил о несоизмеримости во многих областях науки, его зрелые мысли в книге “Против метода” в основном о том, что я называю

разобщиением. Его лучший пример — это сдвиг от архаического к классическому греческому языку. Основываясь преимущественно на эпосе и рисунках на вазах, он настаивает на том, что гомеровские греки видели вещи иначе, чем афиняне. Так ли это или не так, но это все же не столь поразительно, как то, что, к примеру, разные группы физиков имели в виду разные вещи, когда говорили об электронах.

Множество примеров лежит посредине между крайними случаями Лапласа и Парацельса. Историк быстро учится тому, что старые тексты постоянно скрывают

от нас ту степень, в которой они разобщены с нашим образом мысли. Кун пишет что, например, физика Аристотеля основывается на идеях движения, которые разобщены с нашими, и что можно понять его, только узнав систему его слов. Кун — один из многих историков, который учил необходимости переосмысливать работы предшественников их собственными, а не нашими способами.

Несоизмеримость смысла

Третий тип несоизмеримости не исторический, а философский. Он начинается с вопроса о значении

терминов, которые обозначают теоретические, ненаблюдаемые объекты.

Как получают свое значение имена теоретических объектов или процессов? Мы можем понять, как ребенок усваивает смысл таких слов как “рука”, “больной”, “грустный”, “ужасный”, когда ему указывают на вещи, к которым эти слова относятся (в том числе его собственные руки и грусть). Какова бы ни была теория обучения языку, явное присутствие или отсутствие рук или грусти могут очень помочь в понимании того, что означают эти слова. Но теоретические термины относятся —

почти что по определению — к тому, что нельзя видеть. Как они получают свое значение?

Мы можем задать некоторые значения посредством дефиниций. Но в случае глубоких теорий, любое определение будет само включать другие теоретические термины. Более того, мы редко используем определения для того, чтобы начать понимать. Мы объясняем теоретические термины, обсуждая теорию. Давно известно, что смысл терминов теории задается теоретическими предложениями. Смысл индивидуальных терминов в

теории задается их положением в структуре теории как целого.

Такой взгляд на значение будет иметь следствием то, что “масса” в ньютоновской теории не будет означать то же самое, что в теории относительности. “Планета” в теории Коперника не означает то же самое, что в системе Птолемея. К примеру, Солнце – планета у Птолемея, но не у Коперника. Такие заключения не обязательно создают проблемы. Не получило ли понятие Солнца совершенно иной смысл, когда Коперник поместил его в центр нашей планетарной системы? Почему это важно, что понятия

“планета” или “масса” приобретают новые значения с развитием научного знания? Почему мы должны быть озабоченными самим фактом изменения смысла? Потому что это имеет значение при сравнении теорий.

Пусть s – предложение о массе, утверждаемое релятивистской механикой и отрицаемое механикой Ньютона. Если слово “масса” получает свое значение, исходя из контекста теории, оно будет означать разные вещи в зависимости от того, используется ли оно в ньютоновской или релятивистской механике. Следовательно, предложение s ,

утверждаемое Эйнштейном, должно отличаться по значению от предложения s , отрицаемого Ньютоном. В самом деле, пусть r – другое предложение, использующее слово “масса”, которое, в отличие от s , утверждается как Ньютоном, так и Эйнштейном. Мы не можем сказать, что предложение r , которое встречается в ньютоновской теории, ассимилируется теорией относительности, поскольку понятие “масса” не будет означать одно и то же в обоих контекстах. Не существует ни одного предложения, выражающего общее значение r ,

общего и для Ньютона, и для Эйнштейна.

Вот уж несоизмеримость в полном смысле слова! Не существует общей меры для любых двух теорий, использующих научную терминологию, поскольку в принципе они никогда не могут обсуждать одни и те же проблемы. Не может быть теоретических предложений, которые одна из теорий разделяет со своей предшественницей. Учение Нагеля о включении становится логически невозможным просто потому, что утверждаемое в теории T не может утверждаться (или быть

отрицаемым) в последующей теории T^* . Таковы замечательные следствия несоизмеримости значений. Можно даже поинтересоваться, возможны ли логически решающие эксперименты. Если результаты эксперимента должны определить выбор между теориями, должно существовать предложение, подтверждающее то, что предсказывает одна теория и отвергает другая теория. Может ли существовать такое предложение?

Концепция о несоизмеримости значений была встречена с яростью. Идея в целом была охарактеризована как противоречивая. Никто не будет отрицать, например, что астрономия

и генетика несоизмеримы – они о разных областях мира. Однако концепция несоизмеримости значений утверждает, что несоизмеримы соперничающие или последовательно сменяющие друг друга теории. Как мы можем даже называть их соперничающими или последовательными, если мы не признаем, что они имеют дело с одними и теми же объектами. И тем более, как мы можем проводить сравнение между ними? Есть и другие настолько же поверхностные реакции на теорию несоизмеримости значений. Существуют и более глубокие,

наилучшей из которых является теория Дональда Дэвидсона. Дэвидсон считает, что несоизмеримость не имеет смысла, поскольку она основывается на идее различных и несравнимых концептуальных схем. Но, настаивает он, сама идея концептуальной схемы непоследовательна.

На более простом уровне, например, у Дэдди Шейпира, аккуратно доказывается, что существует достаточное сходство значений между последовательно сменяющимися друг друга теориями для того, чтобы была возможность их сравнения. Шейпир принадлежит к

тем, кто, включая Фейерабенда, предполагает, что такие вещи лучше обсуждать, вообще не касаясь идеи значения. Я согласен с этим. Но все же в основе проблемы несоизмеримости значений стоит вопрос о том, как получают свое значение термины, обозначающие теоретические объекты. Этот вопрос предполагает некоторое представление о значениях. Поскольку вопрос поднят и вызвал такую бурю, мы должны получить более точное представление о значении. Выдвижение такой задачи принадлежит Хилари Патнэму, и теперь мы обратимся к его теории

референции для того, чтобы вообще избежать несоизмеримости значений.

6. РЕФЕРЕНЦИЯ

Если бы философы науки никогда не интересовались значением, у нас не было бы учения о несоизмеримости значений. Но поскольку оно имеется, нам нужно иное описание значения, которое позволило бы ученым, придерживающимся соперничающих или преемственных теорий, говорить об одних и тех же вещах. Наиболее

жизнеспособная альтернатива принадлежит Хилари Патнэму. Он предполагал, что его концепция станет частью его системы научного реализма, которого он тогда придерживался. С тех пор он все больше становился антиреалистом, но об этом я расскажу в следующей главе. В этой главе мы рассмотрим его концепцию “значения”.

Смысл и референт

Слово “значение” используется множеством способов, большая часть которых не столько точна, сколько воскрешает нечто в памяти. Даже если мы будем придерживаться

общеупотребительных значений слов в отличие от поэтических, существует, по крайней мере, два вида значений. Они различаются в знаменитой работе “О смысле и значении” Готлоба Фреге. *

Рассмотрим два различных типа ответа на вопрос “Что ты имеешь в виду?” Предположим, что я только что сказал вам, что глиптодонт, привезенный Ричардом Оуэном из Буэнос-Айреса, теперь восстановлен. Большинство людей не знают значение слова “глиптодонт” и могут спросить “что вы имеете в виду?”

Если мы стоим в музее, то я просто укажу на довольно большой и нелепый скелет. *Это* я и имею в виду. По словам Фреге, этот скелет и есть референт (денотат) моих слов “Глиптодонт, привезенный Ричардом Оуэном из Буэнос-Айреса.”

С другой стороны, поскольку вы, возможно, не имеете ключа к значению слова глиптодонт, я могу сказать вам, что глиптодонт — это гигантское вымершее млекопитающее, обитавшее в Южной Америке и похожее на броненосца, но имевшее желобчатые (fluted) зубы. Этим определением я указываю на то, что Фреге назвал бы

смыслом слова “глиптодонт”. Естественно думать, что предложение имеет смысл, а именно то, что мы подразумеваем под ним, что позволяет нам определить его референта, если таковой имеется. Услышав определение “глиптодонта”, я могу пойти в музей и попытаться найти его скелет, конечно, если там такие есть, несмотря на подписи под экспонатами. Фреге считал, что любое слово имеет некоторый стандартный смысл, который и делает возможной научную традицию. Смысл — это то, что является общим для всех людей, вступающих в общение, и может

передаваться из поколения в поколение путем обучения.

Смысл и несоизмеримость значений

Сам Фреге не принял бы тезиса о несоизмеримости значений, но его позиция способствовала попаданию в эту ловушку. Фреге утверждал, что выражение должно иметь определенный фиксированный смысл, который нам понятен и который позволяет нам указать на референт. Теперь дополним это утверждение не относящейся к Фреге мыслью о том, что смысл теоретических терминов можно

выявить, только рассматривая их место в системе теоретических высказываний. Представляется, что смысл такого термина должен меняться по мере того, как меняется сама теория.

Мы можем избежать такого заключения множеством способов. Один заключается в том, чтобы отказаться от того, чтобы разлагать значение на две компоненты — смысл и референт, — и работать только с абстрактными, объективными смыслами. В конце концов, идея значения не появляется в двух аккуратных пакетах, которые природа пометила как смысл и референт.

Сортировка и обертывание – работа логиков и лингвистов. Дж. С. Милль делал это несколько специфическим образом (через коннотат и денотат). Так же поступали и схоластики-грамматики (через объем и понятие). Французские авторы, следуя лингвисту Фердинанду де Соссюру, используют другое разделение (означающее и означаемое). Мы можем ослабить упаковку, проделанную Фреге, и завязать пакеты иначе. Несомненно, что это можно сделать множеством способов. Способ Хилари Патнэма наиболее удобен, так как в отличие от других авторов, Патнэм не

ограничивается парой компонентов
“значения”.

Патнэмовское значение
“значения”

Словари — это места, где информацию можно добывать, как полезные ископаемые. Они не просто указывают абстрактные фрегевские смыслы, упуская все эмпирические, не-лингвистические факты о мире. Откройте наугад какой-нибудь словарь, и вы узнаете, к примеру, что французскую золотую монету, луидор, начали чеканить в 1640 году и продолжали чеканить вплоть до Революции. Вы узнаете,

что в древнеегипетском и древнеиндийском религиозных искусствах существовало ритуальное изображение водяной лилии, называемой лотосом, что плод мистического дерева лотоса будто бы вызывает состояние мечтательной удовлетворенности. Словарная статья может начинаться с некоторой информации о произношении и грамматике, переходит к этимологии, затем к основной информации и может заканчиваться примерами употребления. В моем кратком словаре статья “это” заканчивается таким примером: “Консервирование мяса — это довольно грязное дело.”

Патнэм строит свое описание значения с помощью аналогичной последовательности компонент. Мы можем считать его лидером движения “назад к словарю”. В качестве примера я приведу два слова. Одно из них, в соответствии с его собственным выбором, – “вода”, а другое – выбранное нами слово “глиптодонт.”

Первая	патнэмовская
компонента	значения –
грамматическая.	Он называет ее
<i>синтаксическим</i>	<i>маркером</i> .
“Глиптодонт” –	это исчисляемое
существительное,	а вода –
неисчисляемое.	Это имеет

отношение, например, к образованию множественного числа. Мы можем сказать, что в яме есть немного воды, но также и то, что там находится глиптодонт или несколько глиптодентов. Эти слова подчиняются разным грамматическим правилам. Среди синтаксических маркеров Патнэм включает также указание на то, что оба слова – конкретные имена существительные (в противоположность абстрактным).

Вторая компонента значения у Патнэма – *семантический маркер*. В наших случаях она указывает на ту категорию объектов, к которой

применимы данные слова. Как “вода”, так и “глиптодонт” – названия объектов, встречающихся в природе, так что среди семантических маркеров Патнэм указывает компоненту “слово, относящееся к естественному (природному) типу (natural kind).” В случае с водой он пишет “жидкость.” В случае с “глиптодонтом” он написал бы “млекопитающее.”

Стереотипы

Наибольшее достижение Патнэма – третья компонента, *стереотип*. Стереотип – это общепринятая идея, связываемая со

словом, она может быть довольно неточной. Например, человек, который пытается понять, что означает в нашем языковом сообществе слово “тигр,” должен знать, что тигров считают полосатыми. Рисунки в детских книгах подчеркивают полосатость тигров — это важно для того, чтобы показать, что изображен именно тигр. Даже если кто-то думает, что полосатость — случайное свойство и что тигры вскоре приспособятся к уничтожению лесов, в которых они живут, приобретя равномерную желтовато-коричневую окраску, все равно стандартный тигр останется

полосатым. Это необходимо знать, чтобы говорить о тиграх, находясь далеко от них. Однако если мы будем говорить о тигре, который потерял свои полосы, то противоречия не возникнет. Есть подлинное свидетельство о существовании совершенно белого тигра. Аналогично стереотипное представление о собаках включает их четвероногость, хотя, например, у моего пса Медведя только три лапы.

В качестве характерных черт стереотипного представления о воде Патнэм приводит бесцветность, прозрачность, безвкусность, способность утолять жажду и т. д.

“Глиптодонт” будет соответствовать чему-то огромному, вымершему, южноамериканскому, родственному броненосцам, но неполнозубому, с желобчатыми зубами.

Заметим, что некоторые из этих элементов стереотипов могут быть ошибочными. Слово “глиптодонт” происходит от греческих слов “флейта” и “зуб.” Оно было придумано Ричардом Оуэном, тем, кто нашел останки глиптодонта в 1839 году. Но может быть то, что дало им название “неполнозубый”, относится только к некоторым глиптодонтам. Любой отдельный элемент стереотипа может быть

неправильным. Может быть, мы найдем небольших глиптодонт. В Северной Америке также были глиптодонты. Может быть, этот вид не вымер, а выжил в дальних верховьях Амазонки или в Андах. Может быть, Оуэн был неправ относительно эволюционного дерева, и это животное не является родственником броненосцев.

Стереотипы мы можем и пополнять. Глиптодонты жили в эпоху плейстоцена. У них были хвосты с шипами и шишкообразным наростом, которые они могли использовать в качестве оружия. Они ели все, что было под силу их

желобчатым зубам. Я обратил внимание на то, что справочники, вышедшие лет 70 назад, подчеркивали совершенно другие черты глиптодонтов, чем те, которые можно обнаружить в современных справочниках.

Разделение лингвистического труда

Элементы стереотипов Патнэма не являются постоянными критериями для использования исследуемого слова. Человек может знать значение слова и знать, как его использовать в разных ситуациях, не зная лучших современных критериев

для применения этого слова. Я могу понимать, как отличить скелет глиптодонта, если увижу его, хотя мой критерий может и не соответствовать современной палеонтологии. Патнэм говорит о разделении лингвистического труда. Мы полагаемся на экспертов, считая, что они знают лучшие критерии и то, как применять их. Экспертиза такого типа – это дело не знания значения, а знания мира.

Патнэм предлагает ввести некоторую иерархию понимания. Она сходна с той, которую предложил Лейбниц в своих “Размышлениях по поводу истины и

идей” (1684). В худшем случае, человек может просто не знать, что значит слово. Так, в одной из своих статей Патнэм утверждает, что “вереск” – это то же самое, что и “утесник обыкновенный.” Эта невинная ошибка иллюстрирует собственные возможности Патнэма по различению. Утесник и вереск – растения, характерные, например, для Шотландии, но утесник – это большой кустарник, с шипами и яркими желтыми цветами. Вереск же – низкий, мягкий, с маленькими пурпурными колоколовидными цветками. Патнэм наверное не знал или забыл стереотипы этих

кустарников. Но все же это несомненная ошибка: Патнэм должен был бы сказать, что английские слова для утесника европейского (furze) и утесника обыкновенного (gorse) – синонимы. В словаре *Modern English Usage* Фаулера говорится, что эта пара слов – редчайший случай полных синонимов, используемых взаимозаменяемым образом в одних и тех же областях одними и теми же людьми без какой-либо тени отличия в значениях.

Можно знать, что означает слово, и все же не уметь его правильно применять. Продолжая

свои ботанические откровения, Патнэм признается, что не может отличить бука от вяза. Следовательно, у него есть то, что Лейбниц называл *неясной* идеей бука. По словам Лейбница, неясная идея – это “смутное представление о растении или животном, которое я когда-то видел, недостаточное для того, чтобы распознать новый встреченный мною экземпляр.”

Можно уметь отличать бук от вяза или отличать золото от других веществ, не имея эталонных критериев и не зная, как применять их. Это проявление того, что Лейбниц называл *ясной* идеей.

Четкая идея имеется, когда известны критерии и то, как их применять. Патнэм и Лейбниц используют один и тот же пример: пробирщик – это эксперт, который знает правила определения золота и может проводить соответствующие проверки. У пробирщика есть четкая идея золота.

Лишь у некоторых экспертов есть четкие идеи, то есть критерии, применимые в некоторых областях. Но, вообще говоря, мы знаем смыслы обычных слов, таких как “бук” и “золото,” для которых существуют определенные критерии. Может быть, эти слова не имели бы своих

современных значений, если бы не было соответствующих экспертов. Патнэм делает предположение, что разделение лингвистического труда – важная черта лингвистического сообщества. Заметим также, что экспертные критерии могут меняться. В наше время пробирщики используют методы, отличающиеся от тех, которые использовались во времена Лейбница. К тому же первая попытка определения вида обычно сопровождается путаницей. Стереотипные черты узнаются, но о том, что позволяет указать на действительно важное, известно недостаточно. Что же в таком случае

есть постоянное в значении? Все это Патнэм связывает с референцией и экстенсионалом (объемом понятия).

Референт и экстенсионал

Референт слова, относящегося к рассматриваемому естественному типу, – это сам естественный тип, если он, конечно, существует. Референт слова “вода” – это некоторый тип вещества, а именно H_2O . *Экстенсионал* слова – это множество вещей, к которым данное слово применимо. Таким образом, экстенсионал слова “глиптодонт” – это множество всех прошлых, настоящих и будущих глиптодонтов.

А если “глиптодонт” не является естественным типом? Вообразим, что палеонтологи сделали ужасную ошибку и все трубчатые зубы оказались частью останков одного животного, а панцирь, похожий на панцирь броненосца, – другого. Сам же глиптодонт никогда не существовал. Тогда “глиптодонт” не является естественным типом и вопрос о его экстенсионале не возникает. Если он и должен возникнуть, то в таком случае экстенсионал – пустое множество.

Патнэмовское описание значения отличается от предыдущих тем, что включает экстенсионал или

референт (или и то, и другое) как части значения. Именно это, а не фрегевский смысл (sense), остается постоянным от поколения к поколению.

Значение “значения”

Каково же значение слова “глиптодонт”? Патнэм считает, что это вектор из четырех компонент: синтаксические маркеры, семантические маркеры, стереотипы и экстенционал. В данном случае у нас должно быть следующее:

“ *Глиптодонт* : [конкретное исчисляемое существительное].

[Именуется естественный тип, млекопитающее]. [Вымершее животное, главным образом, южноамериканское, больших размеров, похожее на броненосца, имело огромный твердый панцирь до пяти футов длины, без подвижных частей, жило в эпоху плейстоцена, всеядное]. [.....]”

Мы видим здесь не более чем обезображенную словарную статью, с разницей лишь в заключительных скобках, которые не могут быть заполнены. Мы не можем поместить всех глиптодонтов на страницу словаря. Мы не можем поместить сюда и естественный тип. В этом

отношении лучше всего словари с картинками, потому что в них приводится фотография скелета настоящего глиптодонта или набросок того, как глиптодонт должен был бы выглядеть. Назовем последнюю компоненту [.....] *экстенсиональным многоточием* .

Референт и несоизмеримость

Стереотипы могут меняться по мере того, как мы узнаем больше о некотором типе объектов или веществ. Но если у нас есть слово, действительно относящееся к естественному типу, то референт этого слова остается одним и тем же,

даже если стереотипные мнения об этом типе меняются. Таким образом, фундаментальный принцип идентичности слова меняется от фрегевского смысла к патнэмовскому референту .

Патнэм всегда возражал против несоизмеримости значений. Человек, придерживающийся представления о несоизмеримости значений, малоубедительно утверждает, что при изменении теории мы начинаем говорить о новых вещах. Патнэм, как реалист, отвечает, что это мнение абсурдно. Конечно же, мы продолжаем

говорить о тех же вещах, а именно об устойчивом экстенционале слова.

Когда Патнэм развивал свою теорию референции, он еще был научным реалистом. Несоизмеримость значения плоха для научного реализма, это и вынудило Патнэма развивать теорию значения, которая избежала бы ловушек несоизмеримости. Это отрицательный результат, но есть и положительный. Например, ван Фраассен – антиреалист, который, как и я, думает, что теория значения не должна занимать большого места в философии науки. Он по-прежнему издевается над реалистами, которые

уверены в том, что существуют электроны: “Какие электроны наблюдал Милликен? Электроны Лоренца, Резерфорда, Бора или Шредингера?” (*The Scientific Image* , р.214). Патнэмовское понимание референта предоставляет реалисту очевидный ответ: Милликен измерил заряд электрона. Лоренц, Резерфорд, Бор, Шредингер и Милликен говорили об электронах. У них были разные теории относительно электронов. В моде были разные стереотипы относительно электронов, но именно референт определяет идентичность того, о чем мы говорим.

Такой ответ означает опасный шаг от того, о чем мы раньше говорили. В случае с водой и глиптодонтами, есть хороший способ зацепиться за слова и за мир. По крайней мере, мы можем указать на некоторое вещество, а именно воду. Мы можем указать на фотографию реконструкции скелета глиптодонта, восстановленного по останкам этого вида. Но мы не можем указать на электроны. Мы должны показать, как теория Патнэма работает с теоретическими объектами.

В следующих разделах я опишу некоторые названия, почерпнутые из реальной научной жизни. Нужно

чувствовать необычность вещей, которые происходят в науке, по сравнению с той ограниченностью воображения, которая изобилует в научной фантастике. Недостаток концепции Патнэма заключаются в том, что он предпочитает вымысел фактам. Эти факты выявляют некоторые недостатки патнэмовского упрощенного значения “значения”. И все же он избавил нас от псевдопроблемы несоизмеримости значений. Мы не нуждаемся в какой-либо теории имен для того, чтобы дать имя электронам. (Я сам, на чисто философском основании, тайно придерживаюсь того мнения,

что вообще не существует полной общей теории значения или именования). Мы должны лишь быть уверены в том, что очевидно ложная теория значения не является единственно возможной. Патнэм нас в этом убедил.

Я должен также предостеречь от некоторых дополнений к позиции Патнэма. Идеи Патнэма развивались в то же время, когда Сол Крипке читал свои независимо разработанные лекции, опубликованные недавно под названием “Называние и необходимость”. Крипке считал, что если удастся назвать естественный

тип объектов, то этот естественный тип будет частью самой сути объектов, которые к нему относятся. Это возвращает нас к философии эссенциализма, возникшей у Аристотеля. Согласно Крипке, если истинно, что вода есть H_2O , то она с необходимостью H_2O . В силу метафизической необходимости, она не может быть чем-либо еще. Конечно, в силу того, что мы знаем, она может быть чем-либо еще, но это вопрос теории познания. Такой эссенциализм лишь случайно связан с патнэмовским значением “значения”. Его референты не должны быть “сущностями”

(“essences”). Д. Х. Меллор привел сильные доводы для того, чтобы сопротивляться этой идее по крайней мере в философии науки. (Это еще один пример того, как философам науки необходимо остерегаться теории значения). Несмотря на подлинный интерес к идеям Крипке со стороны логиков, я не собираюсь приводить их здесь для пополнения моего варианта патнэмовских понятий.

Называние электрона

Новые естественные типы, такие как электроны, часто являются результатом некоторых умозрений,

которые постепенно оформляются в теорию и эксперимент. Патнэм настаивает на том, что для выделения и названия естественного типа не обязательно указывать на его представителя. Более того, указания никогда не бывает достаточно. Известное утверждение, часто приписываемое Витгенштейну, гласит, что указание на любое количество конкретных яблок согласуется с несколькими — или неопределенно многими — способами последующего использования слова “яблоко.” Более того, ни одно количество определений яблока не

предотвращает, в принципе, возможности того, что правило для использования слова “яблоко” будет в дальнейшем бесконечно разветвляться, не говоря уже об употреблении забавных метафор, таких как “адамово яблоко” (относящейся к части человеческой шеи) или “дубовое яблоко” (большой твердый шар на калифорнийских дубах, который служит гнездом паразитам). Неважно, что мы думаем об этом предположительно витгенштейновском учении, оно по крайней мере дает ясно понять, что указаний не достаточно. Указание дает нам причинную, историческую

связь между словом “яблоко” и фруктами определенного типа, а именно яблоками. Эта связь может быть установлена другим способом, как, например, в истории развития теории и эксперимента, связанных со словом “электрон”.

Патнэм приводит историю о Боре и электро́не. По Патнэму, у Бора была теория электро́на, которая хотя и не была строго правильной, но привлекла внимание к этому естественному типу объектов. Патнэм говорит, что здесь мы должны использовать своего рода принцип милосердия. Патнэм называет это принципом принятия в

пользу предмета сомнения (*principle of the benefit of the doubt*) * . Мы можем сомневаться в том, что делал Бор, но, учитывая его место в исторической традиции, мы должны допустить, что он действительно говорил об электронах, хотя и в рамках неадекватной теории.

Как и прежде, я предпочитаю истину научной фантастике. Бор не изобретал слово “электрон”, а использовал стандартное значение. Он размышлял об уже достаточно хорошо понимаемой частице. Подлинная история такова. “Электрон” было названием,

предложенным в 1891 году для естественной единицы электричества. Джонстон Стоуни писал об этой естественной единице еще в 1874 году и назвал ее “электроном” в 1891 году. В 1897 году Дж. Дж. Томсон показал, что катодные лучи состоят из того, что впоследствии было названо “субатомными частицами”, имеющими минимальный отрицательный заряд. Томсон долго называл эти частицы “корпускулами” и справедливо полагал, что добрался до первичной материи. Кроме того, Томсон определил их массу. В то же самое время Лоренц разрабатывал

теорию частиц с минимальным зарядом, которые он почти сразу назвал электронами. Около 1908 года Милликен измерил этот заряд. Было показано, то теория Лоренца и других хорошо связана с экспериментальными исследованиями.

На мой взгляд, Джонстон Стоуни предавался спекуляциям, когда он говорил, что существует минимальная единица электрического заряда. Но мы разрешим сомнение в его пользу. Если хотите, он тоже говорил об электронах (какое это имеет значение?) Однако у меня нет

сомнений относительно Томсона и Милликена. Они были на пути к установлению реальности этих заряженных субатомных частиц путем экспериментального определения их массы и заряда. У Томсона было ложное представление об атоме, которое часто называют пудинговым. Электроны в его атомах были как изюм в британском пудинге. Однако сторонник теории несоизмеримости будет не в своем уме, если скажет, что Томсон измерял массу чего-либо отличного от электрона — нашего электрона, электрона Милликена и Бора.

Электрон служит прекрасной иллюстрацией патнэмовского взгляда на референцию. Теперь мы знаем гораздо больше об электронах, чем Томсон. Часто оказывалось, что теоретизирование об электронах и эксперименты с электронами могут быть приведены в соответствие. В начале 1920-ых годов опыт О. Штерна и В. Герлаха дал возможность предположить, что электроны имеют угловой момент, и вскоре, в 1925 году, С. А. Гаудсмит и Г. Е. Уленбек создали теорию электронного спина. Теперь никто не сомневается в том, что электрон — это естественный тип, имеющий

фундаментальное значение. Многие считают, что заряд электрона не является минимальным. Как предполагается, кварки имеют заряд $1/3 e$, но это не нарушает реальности или подлинности электронов. Это означает лишь то, что некая малая часть старых стереотипов должна быть пересмотрена.

Кислоты: бифуркация типов

Один из самых ранних примеров Патнэма относится к кислотам. Понятие “кислота” не означает теоретический объект, но является термином для естественного типа, такого же как

“вода”. Приверженец теории несоизмеримости скажет, что под кислотой мы имеем в виду нечто отличное от того, что имели в виду Лавуазье или Дальтон около 1800 года. Наши теории кислот существенно изменились, но, как говорит Патнэм, мы все еще говорим о том же типе вещества, что и первопроходцы новой химии.

Прав ли Патнэм? Конечно, имеется набор важных свойств из профессионального стереотипа кислот: кислоты — это вещества, водный раствор которых кисел на вкус и которые изменяют цвет индикаторов, таких как лакмусовая

бумага. Они вступают в реакцию со многими металлами, образуя водород, и со щелочами, образуя соли.

Лавуазье и Дальтон полностью согласились бы с этим стереотипом. Теория Лавуазье относительно этих веществ оказалась ложной, поскольку он считал, что в каждой кислоте есть кислород. Он и в самом деле определял кислоты таким образом, но в 1810 году Дэви показал, что это было ошибкой, поскольку муриатическая кислота — всего лишь HCl , то, что мы теперь называем соляной кислотой. Однако нет сомнения в том, что Лавуазье и

Дэви говорили об одном и том же веществе.

К несчастью для примера Патнэма, история с кислотами не является такой же историей успеха, как история с электронами. Все продолжалось хорошо до 1923 года. В этом году Дж. Н. Бренстед в Норвегии и Т. М. Лоури в Британии дали новое определение “кислоты”, а Г.Н. Льюис в США дал еще одно определение. В настоящее время существует два естественных типа: кислоты Бренстеда-Лоури и кислоты Льюиса. Естественно, что оба эти “типа” включают в себя все стандартные кислоты, но некоторые

вещества являются кислотами только одного из этих типов.

Кислота Бренстеда-Лоури относится к веществам, которые имеют тенденцию терять протон (в то время, как щелочи имеют тенденцию приобретать его). Кислота Льюиса относится к веществам, которые могут принимать электронную пару от щелочи, образуя химическую связь, состоящую из поделенной электронной пары. Два определения согласуются по отношению к щелочам, но не по отношению к кислотам, поскольку типичные кислоты Льюиса не содержат протонов, что является

необходимым условием для кислоты по Бренстеду-Лоури. Насколько я понимаю, большинство химиков в большинстве случаев предпочитают определение Бренстеда-Лоури, поскольку оно предлагает наиболее удовлетворительное объяснение многих черт кислотности. С другой стороны, для некоторых целей используется определение Льюиса, которое исходно мотивировалось аналогиями с некоторыми характеристиками поведения кислот.

*

Один авторитетный источник пишет так: “По поводу определений кислоты и щелочи, принадлежащих Бренстеду-Лоури и Льюису, велась

длительная полемика. Различие относилось преимущественно к номенклатуре названий и имело малое научное значение”. С точки зрения философии имени все же необходимо выяснить, имел ли Лавуазье в виду кислоту Бренстеда-Лоури или кислоту Льюиса, когда он говорил о кислотах. Очевидно, что он не имел в виду ни того, ни другого. Должны ли мы в наше время подразумевать то или другое вещество? Только для определенных специальных целей, а вообще говоря – нет. Я думаю, что этот пример – в некотором роде в духе патнэмовского подхода к значению. Однако, если

воспринимать его буквально, то возникает определенная проблема. Значение слова “кислота” в 1920 году (то есть до 1923 года) должно иметь заполненное “экстенсимальное многообразие”. Кем: Бренстедом и Лоури? Или Льюисом? Поскольку обе школы химии частично расширяют теорию кислот, мы можем попытаться определить значение термина кислота так: “это все вещества, которые в 1920 году, то есть до расширения этого множества, считались кислотами.” Но такое определение почти наверняка *не* соответствует естественному типу! Мы могли бы попробовать найти

пересечение этих двух определений, но я сомневаюсь, что и это является естественным типом. Этот пример напоминает нам, что понятие значения плохо приспособлено к философии науки. Мы должны заботиться о типах кислот, а не о типах значений.

Теплород: несуществующий объект

О флогистоне говорят, когда хотят привести пример несуществующего естественного типа. Теплород более интересен. Когда Лавуазье опроверг теорию флогистона, ему было необходимо

некое объяснение тепла, которое было дано теорией теплорода. Также, как и в случае с “электроном”, мы в точности знаем, когда некое вещество было названо теплородом. Это случилось необычным образом. В 1785 году существовала французская комиссия по химическим названиям. Многие вещества получили название в те времена. Одно из новых названий было *calorique*, точный термин, который должен был заменить один из смыслов старого слова *chaleur* (тепло). О теплороде полагали, что у него нет массы и что он и есть то вещество, которое мы называем

теплом. Не все принимали официальное французское определение. Британские авторы язвительно писали о том, “что французы упорно используют термин *калорифика* (calorific), хотя существует прекрасное английское слово, а именно огонь”.

Есть тенденция считать вещества, подобные теплороду, простыми глупостями. Это, конечно, ошибка. Как я заметил в пятой главе, теплород играл большую роль (в отличие от огня) в последнем томе “Небесной механики” Лапласа. Лаплас был большим ньютонианцем, а в своей “Оптике” Ньютон

рассуждал о том, что тонкая структура вселенной состоит из частиц, имеющих силы притяжения и отталкивания, причем уменьшение действия этих сил обратно пропорционально квадрату расстояния. Лаплас постулировал различные зависимости убывания сил как для притяжения, так и для отталкивания между теплородом и другими частицами. Исходя из этого, он смог решить одну из самых важных задач своего столетия. Ньютоновская физика в это время давала неудобоваримое объяснение величины скорости звука в воздухе. Исходя из своей гипотезы теплорода,

Лаплас получил вполне разумное число, которое было близко к экспериментальным результатам того времени. Лаплас был по праву горд своим достижением. Хотя еще до того, как он опубликовал свой результат, Румфорд убеждал некоторых людей в том, что такой вещи, как теплород, не существует.

Теплород может быть и не представляет проблемы для патнэмовской концепции “значения”. Это редкий случай, когда мы можем заполнить экстенциональное многоточие. Этот объем – пустое множество. Но это слишком просто. Вспомним, что Патнэм пытался

объяснить, как мы могли бы говорить о кислотах с Лавуазье. Большая часть ответа заключалась бы в экстенсиональном многоточии. А что же с теплородом? В сообществе французских революционных ученых, включавшем таких людей, как Бертолле, Лавуазье, Био и Лаплас, были совершенно различные теории теплорода. И все же эти люди могли спокойно говорить друг с другом, и мне кажется, что они говорили об одном и том же объекте. Поверхностное замечание заключается в том, что этот “тот же самый объект” был ничем. Но эти четыре великих мужа говорили об

одной и той же вещи не так, как их предшественники, обсуждавшие понятие флогистона, также имевшего пустой объем. Они были весьма рады, когда узнали, что теплород – не то же самое, что флогистон. Теория Патнэма не дает правильного объяснения того, почему “теплород” имеет одно и то же значение для всех этих людей, которое, к тому же, отлично от значения флогистона. Их стереотипы относительно теплорода отличались от стереотипов относительно флогистона, но не так, как значения. По теории Патнэма, значение определяется стереотипами. Я думаю, что урок

заключается в том, что языковая игра в наименование гипотетических объектов может порой протекать удачно, даже если название дается несуществующему объекту.

Мезоны и мюоны: о том, как теории заимствуют имена из экспериментов

Легче привести старый пример, чем новый, потому что многие старые примеры уже известны. Но философия науки потеряет свое богатство, держась только за прошлое. Таким образом, мой завершающий пример будет более современным и, вследствие этого,

гораздо более трудным для понимания. Он иллюстрирует простую вещь. Вы можете назвать объект x новым именем N , а затем будет установлено, что совершенно другие объекты y так же суть N . Для x необходимо найти новое имя. Названия не обязательно твердо соответствуют чему-либо, они могут быть заимствованы. Все, кто считает, что референция работает в причинной или исторической связи с именуемым объектом, должен поразмышлять над следующим примером.

Мезон — частица среднего веса, тяжелее, чем электрон, но легче чем

протон. Существует много типов мезонов. Мюон похож на электрон, но в 207 раз тяжелее. Мезоны очень нестабильны. Они распадаются на более легкие мезоны и мюоны, а затем на электроны, нейтрино и фотоны. Мюоны распадаются на электроны и нейтрино двух типов. Большинство мюонов происходит из распада мезонов. Поскольку мюоны имеют заряд, то при движении в атмосфере они теряют энергию путем ионизации атомов газов атмосферы. Поскольку при этом рассеивается небольшая энергия, мюоны имеют большую проникающую способность. Они

встречаются в космическом излучении и представляют ту его часть, которая проходит огромное число миль под поверхностью земли и может быть уловлена в глубоких шахтах.

Фундаментальный факт относительно этих двух типов объектов имеет отношение к силам и взаимодействиям. Во вселенной известны четыре типа сил: электромагнитные, гравитационные, слабые и сильные. О последних двух мы будем говорить в главе 16. Пока достаточно сказать, что это лишь некоторые говорящие сами за себя названия. Сильные взаимодействия

связывают нейтроны и протоны в ядрах атомов, в то время как примером слабых взаимодействий служит радиоактивный β -распад. Мезоны имеют отношение к сильным взаимодействиям и были исходно постулированы для того, чтобы объяснить устойчивость ядер атомов. Они участвуют в сильных взаимодействиях. Мюоны участвуют только в слабых взаимодействиях.

Когда около 1930 года квантовую механику стали применять к электродинамике, возникла квантовая электродинамика или, для краткости, КЭД. Вскоре оказалось, что это самая лучшая

теория, которая применима к гораздо более широкому кругу явлений и размеров объектов, чем какая-либо из предыдущих теорий. (Может быть она — осуществление ньютоновской мечты из “Оптики”). Вначале, как и во всякой физической системе, было сделано несколько упрощающих предположений, например, о том, что электрон является точечным. Предполагалось, что некоторые из ее решений будут иметь особенности, не соответствующие решениям каких-либо реальных физических задач, и что их нужно уточнять различными приближениями *ad hoc* , например, вводя в уравнения

некоторые дополнительные
переменные.

Вначале думали, что
существующая теория КЭД не
применима к самым проникающим
частицам в космическом излучении.
Таковыми должны быть
высокоэнергетичные электроны, и
электроны с такой энергией должны
производить сингулярности в
уравнениях КЭД. Никто этим
особенно не был озабочен, поскольку
физика и занимается в основном
такими подгонками уравнений.

В 1934 году Х. А. Бете и В. Х.
Гайтлер вывели одно важное

следствие из КЭД. Оно называлось формулой потери энергии и применимо к электронам. В 1936 году две группы исследователей (К. Д. Андерсон и С. Г. Неддермейер, Дж. Ч. Стрит и Е. Ч. Стивенсон), изучавшие космическое излучение с помощью пузырьковых камер, смогли показать, что энергетические частицы в космических лучах не подчиняются формуле потери энергии Бете-Гайтлера. Но на самом деле, несмотря на ожидания, КЭД получила подтверждение. С уравнениями КЭД было все в порядке, речь шла о некоторой новой частице, о существовании которой

даже и не подозревали. Эта частица была названа мезотроном, поскольку ее масса лежит посредине между электроном и протоном. Вскоре имя частицы было сокращено до мезона.

В это же время, в 1935 году, Х. Юкава разрабатывал теорию, относящуюся к тому, что удерживает от распада ядро. Он постулировал, что должен существовать некоторый новый тип объектов, также промежуточный по массе между электроном и протоном. Очевидно, что он обращался к проблеме, полностью отличной от космических излучений, и нет причин предполагать, что Андерсон,

Неддермейер, Стрит или Стивенсон знали о проблемах сильных взаимодействий. Теорию и эксперимент свели воедино такие люди, как, например, Нильс Бор, которые и предположили, что теория Юкавы применима к мезонам, обнаруженным экспериментально.

Мы точно знаем, когда и как произошло название экспериментально обнаруженной частицы. Следующие строки, взятые из *Physical Review* , были написаны Милликеном:

“Прочитав обращение профессора Бора к Британской

Ассоциации, написанном в сентябре, где он предлагает рабочее название 'юкон' для вновь открытой частицы, я написал ему, невзначай упоминая тот факт, что Андерсон и Неддермейер предложили имя 'мезотрон' (промежуточная частица) как наиболее приемлемое название. Только что я получил ответ Бора, в котором он пишет: 'Имею честь сообщить Вам, что на небольшой конференции по проблемам космического излучения, которую мы только что провели в Копенгагене, абсолютно все, включая Аугера, Блэкетта, Ферми, Гейзенберга и Росси, полностью

согласились с предложенным
Андерсоном названием ‘мезотрон’
для проникающих частиц из
космических лучей.’

Роберт Милликен

Калифорнийский

Технологический Институт,
Пасадена, Калифорния, 7 декабря
1938 года.”

Заметим, что Бор предложил
название “юкон” в честь Юкавы, но
название, происходящее из
эксперимента, было выбрано
единогласно. На самом, деле
частица, о необходимости

существования которой писал Юкава, вызвала поначалу определенные проблемы: расчетная и экспериментальная продолжительность ее жизни очень сильно отличались. Намного позже, в 1947 году, в космических лучах была обнаружена другая частица, в то время когда на новых ускорителях в экспериментах по рассеянию стали проверять существование целого ряда взаимосвязанных частиц. Это были частицы, о которых писал Юкава, и их называли ρ -мезонами. Частица, обнаруженная в 1936 году, стала называться π -мезоном. Через некоторое время стало очевидно, что

это совершенно разные типы объектов: p – мезоны и m – мезоны несхожи так же, как и любая пара других объектов природы. Название “мезон” осталось за частицами, обнаруженными в 1947 году, а частица, обнаруженная в 1936 году, стала мюоном. Теперь же в различных историях этой области физики утверждается, что Андерсон и другие на самом деле искали некий объект для того, чтобы подтвердить предположение Юкавы – предположение, о котором они даже не слышали!

Позже я вернусь к вопросу о том, что же идет первым, теория или

эксперимент. В главе 9 можно найти множество примеров того, как истории предмета, ориентировавшиеся на теорию, превращали экспериментальные исследования в исследование теории, которая на самом деле была совершенно неизвестна экспериментаторам. Но пока мы занимаемся референцией. История с мезонами и мюонами плохо согласуется с патнэмовским значением “значения”. В конце концов, Патнэму был нужен референт. Название должно применяться к объекту, которому дали данное название в

определенной исторической ситуации. В нашем случае крестины имели место в 1938 году. Однако само название “мезотрон”, или мезон”, стало означать для теоретиков “то, что удовлетворяет предположению Юкавы”. Короче говоря, название приобрело некоторого рода фрегевский смысл. Вот что случилось, независимо от того, было ли это актом называния или нет. Когда поняли, что этот смысл не применим к названному объекту, название было аннулировано и появилось новое имя.

Значение

Патнэмовская теория значения хорошо справляется с историями успеха, как, например, в истории с электронами. Но она отнюдь не совершенна в пограничных случаях. Она оставляет чувство неудовлетворенности в случае бифуркации таких понятий, как “кислотность”. Она не объясняет, как люди могут обсуждать несуществующие объекты вроде теплорода, имея относительно них различные теории, так же успешно, как другие люди обсуждают с позиций различных теорий реальные объекты, например, электроны. Частично это основывается на

исторических названиях, на преимуществе в пользу называемого и на причинной цепи правильного типа, ведущей от первого названия к современному использованию имени. Реальные научные сообщества при желании с легкостью отвергают название. Все, кто хотят создать теорию значения для научных терминов, должны улучшить теорию Патнэма. Они также должны обратить внимание на разницу между словами Патнэма и тем, что произошло в реальной жизни в науках о жизни. Эту разницу хорошо описал Джон Дюпрэ. У меня есть только одно предостережение.

Когда философы обращаются к этому предмету, пусть они затем не машут руками по поводу кличек, называний и тому подобного. Пусть они, как и Дюпрэ, возьмут в качестве примера таксономию. Давайте говорить о назывании не абстрактно, но применительно к событиям, когда были названы глиптодонты, теплород, электроны или мезоны. С каждым из этих названий связана определенная реальная история. Существует реальное письмо, написанное Милликеном. Имело место реальное собрание французов с целью называния веществ, включая и теплород. Существовал даже

реальный Джонстон Стоуни. Истина об этих событиях заткнет за пояс любую философскую литературу.

Я не хотел затрагивать философскую теорию значения. У меня была лишь отрицательная цель – описание теории значения, которая совершенно естественна для широкого спектра языковой практики и которая не включает представлений о несоизмеримости. Это теория такого типа, в которой нуждается научный реалист относительно объектов. Она особенно привлекательна, если быть спокойным по поводу реализма по отношению к теориям. Ведь если

считать, что наши теории не строго истинны, то не будет желания использовать их для определения объектов каким-либо раз и навсегда определенным образом. Скорее, необходима теория значения, которая не привязана к какой-либо специальной, обязывающей теории относительно того, на что ссылаются. Конечно, патнэмовское описание референции не заставляет вас быть реалистом. Теперь мы должны понять, почему Патнэм отказался от своего решительного реализма.

7. ВНУТРЕННИЙ РЕАЛИЗМ

Вероятно, эта глава не относится к научному реализму и может быть опущена. Она про новый “внутренний реализм” Патнэма, который, видимо, является разновидностью идеализма. Переход от реализма к идеализму может показаться центральным для нашей дискуссии, но на самом деле это не так. Патнэм больше не включается в споры между научными реалистами и антиреалистами относительно науки. В этом споре проводится точное различие между теоретическими и наблюдаемыми объектами. Все, что сейчас Патнэм утверждает, не учитывает этого

различения. Но так и должно быть. Его философия основана на размышлении о языке, но ни одна такая философия не может дать какого-либо позитивного знания о естественной науке.

Тем не менее, опустив рассуждения Патнэма, мы отойдем от вопросов, которые представляют действительный интерес. Более того, поскольку Патнэм считает Канта своим предшественником, с его помощью мы можем понять многое в кантовском реализме и идеализме. Кант – полезный фон для изучения Патнэма. Если мы упростим вопрос и представим, что Кант тоже

“внутренний реалист” (или то, что Патнэм – “трансцендентальный идеалист”), мы можем вообразить себе такого Канта, который, в отличие от Патнэма, подчеркивал различие между наблюдаемыми и выводимыми объектами. Представляется, что Патнэм был научным реалистом в рамках своего внутреннего реализма, в то время как мы можем представить себе Канта, который, говоря в тех же терминах, является антиреалистом относительно теоретических объектов.

Внутренний и внешний реализм

Патнэм различает две философские точки зрения. Одна из них – “метафизический реализм” с “экстерналистской перспективой” относительно объектов и истины: “мир состоит из некоторой фиксированной общности объектов, независящих от разума. Существует в точности одно истинное и полное описание того, ‘каков мир’. Истина подразумевает некоторый тип соответствия между словами или мыслительными знаками и внешними вещами и множествами вещей” (стр. 49).

Вместо этого Патнэм предлагает “интерналистскую

перспективу”, согласно которой вопрос “о том, *из каких объектов состоит мир*”, осмысленно задавать только внутри некоторой теории или описания (дескрипции)... ‘Истина’, с интерналистской позиции – это некоторый тип (идеализированного) рационального принятия – некоторой разновидности идеального соответствия наших представлений друг другу и нашему опыту *в той мере, в какой этот опыт представим в нашей системе знания*”. На этом уровне интернализм и прагматизм имеют много общего. Позиция Патнэма зависит дополнительно от идей референции.

Он отвергает метафизический реализм, поскольку, полагает он, никогда не существует взаимосвязи или соответствия между нашими словами и некоторой особой совокупностью не зависящих от разума объектов. “Объекты” не существуют независимо от концептуальных схем. “Мы разрезаем мир на объекты, когда мы вводим тот или иной знак. Поскольку объекты и знаки в равной степени являются внутренними для описательной схемы, можно сказать, что чему соответствует” (стр. 52).

Патнэм сообщает еще об одном различии между метафизическим и

внутренним реализмом. Интерналист говорит, что истина – это внутренняя оптимальная адекватность теории. Экстерналист говорит, что истина – это и есть истина.

Интерналист : Если бы мы имели полную теорию всего на свете из того, что нас интересует, и эта теория была бы полностью адекватна современным стандартам гарантированного доказательства, рациональности или чего-либо еще, то тогда наша теория была бы истинна по определению.

Экстерналист : Такая теория скорее всего была бы истинна. Однако представляется, что адекватность

есть предмет удачливости или демонологии. Теория могла бы работать на нас и все же быть ложной теорией относительно вселенной.

Вопросы относительно метафизического реализма

Патнэмовский интерналист не может понять ситуации, когда полная теория интересующей его области совершенно адекватна, но является ложной. Я – экстерналист, и также не могу понять этого, *но по другой причине*. Я не могу понять идею полной теории интересующей нас области. Более того, я не понимаю

мысли о том, что такая теория может быть адекватной, но ложной, поскольку эта мысль сама по себе является противоречивой. Я могу представить себе полную теорию каких-нибудь убогих возможных миров, изобретенных логиками, но для нашего мира – это ерунда.

На проспекте апрельского номера *Scientific American* за 1979 год рекламировалось четыре статьи: *Как осуществляется удар рукой в каратэ* ; *Белковые часы* ; *Развитие дисковых галактик* ; *Гадальные кости династий Шанг и Чоу* . Может ли существовать полная теория хотя бы этих четырех предметов, не

говоря уже о полной и единой теории всего (включая эти четыре предмета)?

На самом деле, как возможно полное объяснение хотя бы одной вещи или одного человека? П.Ф. Стросон делает следующее замечание в своей книге *Individuals* : “Идея ‘исчерпывающего описания’ на самом деле в общем довольно бессмысленна” (стр. 120). Затем Стросон пишет о Лейбнице. Лейбниц мог бы быть лучшим кандидатом в метафизические реалисты. Он считал, что существует некий корпус истин, внешний по отношению к нашему знанию. По-

видимому, он думал, что существует одно наилучшее, божественное описание вселенной. Он считал, что есть одно множество основных объектов, а именно монад. Я не думаю, что он считал их “независимыми от сознания”, поскольку монада сама в той или иной степени является разумом. Но Лейбниц не придерживался теории истины, основанной на соответствии (*correspondence theory of truth*). Так что даже Лейбниц не соответствует представлениям Патнэма. Был ли какой-либо серьезный мыслитель метафизическим реалистом?

Может быть, это не имеет значения. Патнэм скорее описывал определенную перспективу, чем определенную теорию реальности. Мы вполне признаем экстерналистскую перспективу, но здесь мы должны быть осторожными. Должны существовать некоторые примеры такой перспективы — некоторые типы экстерналистского реализма — которые были бы не подвластны возражениям Патнэма, поскольку его возражения направлены на метафизический реализм, как *он* его определял.

Например, возьмем его предложение в этом определении: “фиксированное множество объектов, независящих от разума”. Почему фиксированное? Почему одно множество? Рассмотрим хотя бы банальный пример Эддингтона: существует два стола — тот, за которым я пишу, и некоторый набор атомов. Реалист относительно сущностей может придерживаться того, что (а) существуют столы, независящие от разума, (б) существуют атомы, независящие от разума, (в) ни одно множество атомов не совпадает в данный момент с этим столом. Атомы и

столы имеют отношение к различным способам того, как мы разрезаем мир. Не существует одного фиксированного множества объектов. Кубик Рубика, может, и является множеством меньших кубиков, но не обязательно, что все они представляют множества атомов, которые, взятые вместе, составляют сам кубик Рубика.

Не соглашаюсь ли я тем самым с утверждением Патнэма, приведенным выше? Когда мы вводим ту или иную схему описания, мы разрезаем мир на объекты. Да, я согласен с этим, говоря метафорически. Но я не согласен с

предыдущим предложением.
““Объекты’ не существуют
независимо от концептуальных
схем”. Существуют как атомы, так и
кубики Рубика.

Другой заезженный пример:
говорят, что эскимосы различают
такие состояния снега, которые для
нас выглядят совершенно одинаково.
Они “разрезают” северные льды,
вводя схему описания. Из этого не
следует, что не существует 22
различных, независимых от сознания
разновидностей снега, в точности
тех, которые различаются
эскимосами. Насколько я знаю,
пушистый снег, фирн и твердый снег,

о которых можно услышать от лыжников, не содержатся ни в одном классе и не содержат ни одного класса снега, выделяемого эскимосами. Эскимосы не ходят на лыжах и, может быть, никогда не нуждались в таких категориях. Я же считаю, что пушистый снег и все виды снега, различаемые эскимосами, и все различия в реальном мире, независимые от сознания, все же существуют. Эти замечания не доказывают, что порошкообразный снег действительно существует, независимо от того, считает ли так кто-либо или нет. Они лишь

показывают, что из факта нашего деления мира на различные, возможно несравнимые, категории, не следует, что все эти категории зависят от разума. В таком случае будем настороженно относиться к тому, как Патнэм соединяет различные утверждения, делая это так, как будто между ними существует некоторая логическая связь.

Метафизический полевой эксперимент

Как я говорил, Патнэм был научным реалистом, ставшим чем-то вроде антиреалиста. Поменял ли он

сторону? Нет, он поменял войну, если использовать такую устрашающую аналогию. Научный реализм против антиреализма относительно науки — это *колониальная* война. Научный реалист говорит, что мезоны и мюоны — настолько же “наши”, как и обезьяны и котлеты. Все эти вещи существуют. Мы знаем об этом. Мы знаем некоторые истины относительно каждого типа вещей и можем обнаружить их гораздо больше. Антиреалисты не согласны с этим. В позитивистской традиции, начиная с Конта и кончая ван Фраассеном, считается, что может

быть известно феноменологическое поведение котлет и обезьян, но мюоны — не больше чем интеллектуальный конструкт, используемый для предсказания и управления. Антиреалисты относительно мюонов являются реалистами относительно котлет. Я называю это колониальной войной, поскольку одна сторона стремится колонизировать новые области и называет их реальностью, в то время как другая сторона противостоит такому странному империализму.

Случается и *гражданская* война, как, например, в случае с Локком и Беркли. Реалист (Локк)

утверждает, что многие известные объекты существуют независимо от мыслительного процесса: обезьяны существовали бы даже если бы не было человеческих мыслей. Идеалист (Беркли) говорит, что все сводится к ментальным актам. Я называю это гражданской войной, поскольку сражения происходят на знакомой почве повседневного опыта.

Гражданские войны не обязательно проходят на домашней территории. Беркли также участвовал в колониальной войне. Ему не нравилась корпускулярная и механическая философия Роберта

Бойля. В своих крайних проявлениях она утверждала, что материя состоит из частиц, связанных пружинками (молекул, атомов, частиц, как сказали бы мы). Беркли участвовал в колониальной войне частично из-за того, что в случае победы он надеялся на крушение своего собственного империалистического правительства реализма/материализма. Материя была бы побеждена разумом.

Наконец, бывает и *тотальная* война, в основном вызванная событиями более ранних времен. Может быть, ее начал Кант, отказавшийся от предпосылок

гражданской войны. Материальные события, считал он, происходят с той же достоверностью, что и мыслительные процессы. Конечно, между ними существует определенное различие. Материальные события происходят во времени и пространстве и являются “внешними”, в то время как умственные процессы происходят во времени, но не в пространстве, и являются “внутренними”. Однако я знаю, что котлета на моей тарелке сделана из фарша, так же как я знаю, что мои эмоции выражают смущение. Вообще говоря, я вывожу наличие фарша из моих чувственных

данных не в большей степени, чем мое ощущение смущения из моего поведения.

Когда-то Патнэм защищал научный реализм в колониальной войне. Теперь он защищает свою позицию (которую он сближает с кантовской) в тотальной войне. Прежде чем рассматривать позицию Патнэма, давайте более подробно рассмотрим позицию Канта.

Кант

Кант наблюдал гражданскую войну, в которой участвовали его предшественники. С одной стороны,

существовал тезис Локка. Кант называет его *трансцендентальным реализмом* : существуют внешние объекты, мы выводим их существование и их свойства из нашего чувственного опыта. Затем был антитезис Беркли. Кант называл его *эмпирическим идеализмом* . Материя сама по себе не существует, все что существует – ментально по своей природе.

Кант осуществил синтез, перевернув все вверх дном. Он буквально переворачивает ярлыки и называет себя *эмпирическим реалистом* и *трансцендентальным идеалистом* .

К своей окончательной позиции он пришел не прямым путем, но через еще одну двойственность. Является ли пространство всего лишь относительным понятием, как настаивал Лейбниц, и, как предполагается, установил Эйнштейн? Или это абсолютное понятие, как в системе Ньютона? Ньютон утверждал, что пространство и время реальны. Объекты занимают положение в установленном пространстве и времени. Лейбниц высказывал антитезис о том, что пространство и время не реальны, а идеальны, то есть являются

конструктами из относительных свойств объектов. Кант колебался между двумя этими позициями на протяжении большей части своей жизни и наконец осуществил их синтез. Пространство и время — предусловия для восприятия чего-либо в качестве объекта. То, что объекты существуют в пространстве и времени, не является эмпирическим фактом, хотя мы и можем экспериментально установить пространственно-временные отношения объектов. Эта позиция, называемая *эмпирическим реализмом*, придает “объективную значимость пространству по отношению к тому,

что может внешне представляться для нас как объект” * . В то же время, *трансцендентальный идеализм* утверждает, что пространство “есть вообще ничто ... если мы устраним ... его ограничения на возможный опыт и будем рассматривать его как нечто, что лежит в основе вещей самих по себе”. (стр. 72). Канту потребовалось еще десяток лет для того, чтобы согласовать свой подход с целым рядом современных философских понятий. Беркли отрицал существование материи и внешние объекты. Не существует ничего кроме разума и ментальных событий. Ответ

Канта на это таков: “Материя есть ... лишь разновидность представлений (интуиций), которые называются внешними не потому, что они внешние по отношению к объектам, являющимся внешними сами по себе, но потому, что они соотносят ощущения в пространстве, в котором все вещи являются внешними по отношению друг к другу, причем пространство находится внутри нас”. Таким образом, пространство само по себе идеально, “внутри нас”, а материя правильно называется внешней, потому что она существует как часть системы этого идеального представления в этом идеальном

пространстве. Для того, чтобы дойти до представления о реальности внешних объектов, я настолько же мало нуждаюсь в логическом выводе, как и в отношении реальности объектов моих внутренних чувств, то есть в отношении моих мыслей. Это происходит потому, что в обоих случаях объекты есть не что иное, как представления, чье непосредственное восприятие (сознание) есть в то же время достаточное доказательство их реальности. Таким образом, трансцендентальный идеалист есть эмпирический реалист. Для точки зрения Канта существенно, что то,

что мы называем объектами, образовано в рамках некоторой схемы, и что все наше знание может относиться к вещам, образованным таким образом. Наше знание относится к феноменам, а наши объекты относятся к миру феноменов. Существуют также и ноумены, или вещи сами по себе, но у нас нет знаний о них. Наши понятия и категории даже не применимы к вещам самим по себе. Начиная с Гегеля, философы обычно не принимали кантовских вещей в себе. Патнэм же, чье отношение к Канту становилось все лучше,

выражает осторожную симпатию к этой идее.

Истина

Согласно Патнэму, “Кант на самом деле первым предложил то, что я называл “интерналистским”, или “внутренне реалистическим”, видением истины, хотя он никогда и не говорил о том, что делает именно это” (стр. 60). Так же, как и многие современные философы, Патнэм строит свою философию в значительной степени вокруг этой идеи истины. О Канте он говорит, что “в его философии нет теории истины, основанной на

соответствии”. Это и не удивительно: в философии Канта нет никакой теории истины! Кант интересовался не теми предметами, которыми интересуется Патнэм. По отношению к реализму у него было две основные проблемы:

Реальны или идеальны пространство и время, то есть подчиняются ли они системе Ньютона или Лейбница?

Являются ли внешние объекты независимыми от разума, то есть локковскими, или все сводится к мышлению, как у Беркли?

Его эмпирический реализм и трансцендентальный идеализм есть синтез этих противоположностей и имеет малое отношение к истине. И все же патнэмовское внедрение теории истины в систему Канта не является совсем неправильным. Патнэм приписывает Канту следующие идеи: “Кант не считал, что мы располагаем объективным знанием. Его использование терминов ‘знание’ и ‘объективное’ означает в лучшем случае утверждение, что существует некоторое понятие истины. Некоторое знание (то есть некоторое ‘истинное утверждение’) есть

утверждение, которое то или иное рациональное существо могло бы принять на основании достаточного опыта того типа, который возможен для существ, подобных нам. В конечном счете истина и достигается таким путем” (стр.64).

Возможно здесь Патнэм попадает в точку, в особенности в том отношении, что сам он считает, что истина — это то, что разумное сообщество сочтет логически последовательным, и с чем оно согласится.

Кант писал: “Признание какого-либо суждения истинным

есть факт, происходящий в нашем рассудке и могущий иметь объективные основания, но требующий также субъективных причин в душе того, кто высказывает суждение. Если суждение имеет значение для всякого, кто только обладает разумом, то оно имеет объективно достаточное основание... Истинность основывается на согласии с объектом, в отношении к которому, следовательно, суждения всякого рассудка должны согласоваться между собой... Внешним критерием того, имеет ли утверждение характер убеждения или только верования, служит

возможность передать его и найти, что признание его истинности имеет значение для всякого человеческого разума; действительно, в таком случае является по крайней мере предположение, что основание согласия всех суждений, несмотря на различие субъектов друг с другом, будет покоиться на общей основе, именно на объекте, с которым поэтому все они согласуются и доказывают таким образом истинность суждения”. *

До какой степени это позволяет Патнэму видеть свою близость с Кантом? Этот вопрос я оставляю

читателю. Патнэм считает оправданным то, что рациональное утверждение и истина стоят рядом. Кант также писал: “Я не могу *утверждать* что-либо, то есть объявлять это общезначимым для всех суждением, если оно не приводит к всеобщему согласию среди разумно рассуждающих людей.”*

Теоретические объекты и вещи в себе

Ученые не соглашались с существованием кантовского ноуменального мира вещей самих по себе. Патнэм трактует Канта таким

образом, что мы не только не можем описывать вещи сами по себе, но и “не существует взаимнооднозначного соответствия между вещами для нас и вещами самими по себе”. Не существует лошади самой по себе, соответствующей лошади в поле. Существует только *ноуменальный мир* , который в целом каким-то образом “вызывает” нашу систему представлений.

Существовали различные традиции интерпретации Канта. Согласно одной из них, теоретические объекты суть кантовские вещи сами по себе. Я нашел первое высказывание об этом

у Ж.-М. Ампера (1775-1836), основателя теории электромагнетизма. Он находился под большим влиянием Канта и противостоял антиреалистическим тенденциям, распространившимся по всему миру. Он настаивал на том, что мы можем постулировать ноумены и законы, их связывающие, с тем чтобы проверять их на опыте. Ампер говорил, что такое постулирование и гипотетико-дедуктивный метод есть интеллектуальное исследование ноуменального мира. В наши дни сходной точки зрения придерживается философ Уилфред Селларс.

Возможно даже, что у самого Канта, если рассматривать его концепции в развитии, уже намечалась существенная связь между ноуменами и теоретическими объектами. В 1755 году, будучи еще молодым человеком, Кант написал небольшой трактат по физике, называвшийся “Монадология”. В нем замечательным образом предвосхищается современная теория полей и сил. Через два года Боскович разработал эту теорию с большим математическим профессионализмом, и она получила всемирное распространение как теория поля. В ранней физике Канта

мир состоит из точечных частиц — монад, разделенных конечными расстояниями и оказывающими полевые воздействия на свое окружение. Свойства материи были объяснены результирующей математической структурой. *В 1755 эти теоретические точечные частицы Канта были его ноуменами*. Намного позже он пересмотрел эту идею и понял, что его теории содержали логическое противоречие. Оно могло быть разрешено только путем устранения объектов, точечных частиц, всего, кроме силовых полей. Таким образом, в фундаментальной структуре вселенной *нет вещей*, нет

ноуменов . Затем пришел обычный кантовский синтез этих противоречащих друг другу предложений: не существует *познаваемых* ноуменов.

Очень соблазнительно предположить, что кантовская доктрина о вещах самих в себе обязана столь же многим кантовской физике, как и его метафизике. Кант как ученый был не велик, но мог бы быть замечательным членом комитета какого-нибудь национального научного фонда, распределяющего деньги на исследования по самым разнообразным проектам. Он всегда

ориентировался на те концепции, которые впоследствии оказывались победителями. Известна так называемая гипотеза Канта-Лапласа о происхождении солнечной системы. С самого начала Кант был на стороне эволюционных гипотез о происхождении видов и человека. Он ставил теории поля выше атомистических подходов. Состояние знаний его века было таковым, что принижало значение теоретических объектов как вещей самих по себе. Конечно, существовали различного рода гипотезы, такие, как электрические флюиды Франклина и многих других, или магнитные поля

Кулона. Вокруг ньютоновских сил и частиц было невообразимо много разговоров, но только ко времени смерти Канта, в самом начале девятнадцатого века, работа в этом направлении была реально продолжена. Кантовское отношение к вещам самим по себе было само квазинаучной реакцией на уточнение его программы 1755 года. Позиция Ампера, который был первым, кто утверждал, что в конце концов существуют познаваемые ноумены, а именно теоретические объекты новой физики и химии, отражает преобразования в физике. Он начал свою научную деятельность как

химик и выступал за познаваемость ноуменов практически с того момента, как выдвинул новые предположения об атомной структуре элементов.

Какую позицию должен был занять Кант по отношению к теоретическим объектам, которые и в самом деле сыграли большую роль в науке? Что он сделал бы теперь, в двадцатом веке, когда мы научились манипулировать электронами и позитронами и даже напылять их? Его собственный реализм/идеализм был направлен на знакомые наблюдаемые объекты. Он отрицал то, что мы выводим их из наших

чувственных данных. Смог ли бы Кант оставаться эмпирическим реалистом относительно стульев, тезис о существовании которых не нуждается в логическом выводе, и быть при этом эмпирическим антиреалистом относительно электронов? Представляется, что и такое положение возможно.

Референция

Наиболее оригинальный вклад Патнэма относится к референции в большей степени, чем к истине. Его концепция “значения”, описанная в предыдущей главе, содержит зародыши собственного крушения.

Их легко увидеть, они есть не что иное, как то, что я называл “точками расширения”. Значение термина, относящегося к естественному типу, есть последовательность элементов, сходящаяся к объему термина, но которую невозможно выписать.

Вначале Патнэм думал, что, в отличие от фрегевских смыслов, референция не представляет проблем. Референт “глиптодонта” мог быть напрямую определен указанием на скелет и некоторые другие свойства, относящиеся к стереотипу. Если глиптодонты образуют естественный тип, то природа сделает остальное и

определит объем. Но на теоретические объекты невозможно указать, с ними нужно иметь дело, помня историю о введении терминов, которые их обозначают, а также используя принцип милосердия в пользу предмета сомнения.

Патнэм стал скептическим. Его озабоченность значениями и фрегевскими смыслами в значительной степени обязана куайновской доктрине неопределенности перевода. У Куайна был сходный тезис о референте: непостижимость референта. Грубо говоря, вы никогда

не сможете говорить о том же, о чем говорит кто-либо другой, к тому же это не имеет особого значения. Куайн утверждал это, используя простые примеры: когда я говорю о кроликах, вы можете считать, что я говорю о пространственно-временных срезах кроличности. Патнэм вносит здесь дополнительно действительную непостижимость. Когда вы говорите о кошках и ковриках, вы, может быть, имеете в виду то, что я имею в виду, говоря о вишнях и деревьях, — и все же различие в референте не будет проявляться, поскольку все, в чем я уверен (некая кошка находится на

некоем коврике) выражается предложением, которое в вашей интерпретации есть нечто, в чем вы уверены в той же степени (некая вишня находится на некоем дереве).

Это, конечно, выглядит довольно необычно. Мы имеем дело с двумя трудностями. С одной стороны, мы должны сделать правдоподобным для нас это странное утверждение. С другой стороны, мы должны понять его место в аргументации против внешнего или метафизического реализма. Таким образом, мы должны иметь локальный аргумент для вывода заключений о кошках/

вишнях, и у нас должен быть глобальный аргумент, показывающий, как это приводит к антиметафизической позиции.

Кошки и вишни

“Ни одна точка зрения, которая фиксирует только истинностные значения целостных предложений, не может фиксировать референтов, даже если она определяет истинностные значения предложений в любом возможном мире”. Это теорема Патнэма (стр. 33), которую мы постараемся объяснить. Выразим ее в терминах кошек и вишен. Всякий раз, когда вы

говорите о вишнях, вы можете иметь референтом то, что я называю кошками, и наоборот. Если бы я со всей серьезностью собирался сказать, что кошка — на коврике, вы бы согласились, поскольку считали бы, что я говорю о том, что вишня — на дереве. Мы можем достичь полного согласия относительно фактов мира, то есть о предложениях, которые мы считаем истинными, и все же, тот факт, что когда я говорю о кошках, вы говорите о том, что я называю вишнями, может так никогда и не выплыть наружу. Более того, ваша система референции может так

систематически отличаться от моей, что различие между нами может и не проявиться, независимо от того, какие истины относительно кошек и вишен имеют место.

Это удивительное заключение следует из хорошо известного результата в математической логике, называемого теоремой Левенгейма-Сколема. Основная ее мысль основана на результате работы Левенгейма 1915 года и разработана Ф. Сколемом в 1920 году. В то время казалось возможным охарактеризовать математические объекты, такие как множества, с помощью системы аксиом.

Предполагаемый объект, такой как множество, был бы ничем иным, как тем, что удовлетворяет некоторым аксиомам, и таким образом аксиомы определяли бы класс предполагаемых объектов. Более того, это надеялись сделать в единственно хорошо понимаемой области логики, называемой логикой первого порядка, использующей логические связки (“и”, “не”, “или” и т. д.) и кванторы первого порядка (“для любого”, “существует”).

В те времена логики думали, что некое подобие теории множеств могло бы служить основой многих или даже всех ветвей математики.

Георг Кантор доказал знаменитый результат. Вначале он прояснил идею того, что некоторые бесконечные множества могут быть больше, чем другие. Затем он показал, что множество подмножеств натуральных чисел больше, чем множество натуральных чисел. Другими словами, он показал, что множество всех действительных чисел, то есть чисел, выражимых в виде (бесконечных) десятичных дробей, больше, чем множество натуральных чисел. Когда этот факт был переварен и усвоен классическими логиками, Левенгейм и Сколе́м доказали нечто, что на

первый взгляд казалось
парадоксальным.

Вы выписываете некоторые постулаты, которые, как вы надеетесь, выражают самую суть множеств, построенных из множеств натуральных чисел. В рамках этих постулатов вы доказываете теорему Кантора, которая говорит, что множество подмножеств натуральных чисел не перечислимо, то есть не может быть поставлено во взаимнооднозначное соответствие с натуральными числами, и таким образом, больше, чем само множество натуральных чисел. Пока все понятно. Чтобы ваши постулаты

поняли так, как вы хотите, вы говорите о множествах Кантора. Однако Левенгейм и Сколе́м доказали, что любая теория, выраженная в логике первого порядка и истинная для некоторой области объектов, также справедлива и для некой перечислимой области. Итак, вы предполагали, что ваши постулаты будут истинны относительно канторовских множеств. Теорема Кантора тут же убеждает нас, что канторовских множеств больше, чем натуральных чисел. Но те же самые постулаты могут быть проинтерпретированы таким образом, что они будут истины

для гораздо меньшей области. Предположим, что P – знак, который в вашей теории означает множество всех подмножеств множества натуральных чисел. Оно больше, чем множество натуральных чисел. Но ваша теория может быть переинтерпретирована так, что P обозначает нечто весьма отличное, а именно множество, не большее чем множество натуральных чисел.

Одно время теорема Левенгейма-Сколема казалась парадоксальной, но теперь к ней привыкли. Многие люди, изучающие логику, считают ее довольно очевидной, естественной и

неизбежной. Они говорят нечто вроде следующего: “для первопорядковой теории должны существовать нестандартные модели”.

Патнэм снова возвращает теорему к парадоксальному виду. Он делает корректное обобщение, применимое к любому универсуму объектов, скажем, кошкам и вишням. Возьмите в качестве аксиом все истины об этих объектах — все истины, которые я когда-либо произнесу, или которые люди когда-либо произнесут, или просто все истины, выражимые на языке логики первого порядка. Что бы вы при этом

ни выбрали, будут существовать непредполагавшиеся интерпретации. Более того, если мы выбираем два рода объектов: кошки и вишни — и используем короткий список истин, мы можем отобразить предполагавшуюся нами интерпретацию о кошках на непредполагавшуюся нами интерпретацию о вишнях. У Патнэма есть детальное описание как для короткого примера, так и для полной теоремы.

Следствия для научного реализма

Патнэм считает, что эти технические результаты имеют отрицательное значение для научного реализма. Почему? В основном потому, что он считает научный реализм в конечном счете вариантом теории истины, основанной на соответствии. Согласно этой концепции наши теории истинны, потому что они дают представление о мире и “схватывают” его, отсылая к объектам, то есть осуществляя референцию, которую теперь Патнэм считает осмысленной только в рамках некоторой системы представлений.

Во многом такая позиция не нова. Давний довод против теорий истины, основанных на понятии соответствия, говорит о том, что в этих теориях предложения считаются основанными на фактах, но нет способа выделять факты, кроме как в терминах предложений, которым они соответствуют. Г.Е. Мур не отличался антиреализмом, но вот что он писал в философском словаре Болдуина в статье “Истина” 80 лет назад:

“Обычно предполагается, что истинность предложения заключается в некотором отношении его к реальности, а ложность заключается в отсутствии этого

отношения. Это самое отношение обычно называют 'соответствием' или 'согласием' и обычно рассматривают как частичное сходство. Однако следует заметить, что высказывания могут быть истинными только в силу их частичного сходства с чем-то отличным от этих высказываний. Следовательно, для теории соответствия важно, что истина должна отличаться некоторым особым образом от реальности, по отношению к которой она должна быть установлена, за исключением тех случаев, когда сама реальность есть высказывание. Теорию

соответствия опровергает факт невозможности установить такого рода различия между истиной и реальностью, которой эта истина предположительно должна соответствовать.”

Некоторые мыслители, например, Дж. Л. Остин, утверждали, что теории соответствия имеют достоинства, потому что, вопреки Муру, существует независимый способ вычленения фактов. Прежде всего, существуют независимые способы для того, чтобы выделять вещи и качества, о которых мы говорим, например, указывая на них. Затем мы можем

делать утверждения, соединяя референциальные выражения и имена свойств и отношений. Высказывание истинно лишь тогда, когда объект, к которому оно отсылает, обладает названным свойством. Патнэм должен доказать, что использование им результата Левенгейма-Сколема опровергает это положение Остина, еще раз показывая, что не существует независимых референций. Но он лишь показал, что референция невозможна путем установления множества истинных высказываний, выраженных на языке логики первого порядка. Когда мы приглядимся

попристальной к теореме Левенгейма-Сколема, мы увидим, что у нее есть некоторые предпосылки. Существуют способы обойти их и тем самым подвергнуть сомнению заключения Патнэма.

Предпосылки

1. Теорема Левенгейма-Сколема говорит о предложениях логики первого порядка. Никому еще не удалось показать, что обычный язык физиков может быть выражен в языке первого порядка. Так что не известно, может ли относиться сам результат, скажем, к квантовой

электродинамике и, следовательно, к научному реализму.

2. Существует влиятельная школа, которая на основе поздних мыслей Ричарда Монтегю утверждает, что обычный английский язык использует кванторы второго порядка. Теорема Левенгейма-Сколема не распространяется на такого рода языки, так что приложимость работы Патнэма к простому пранаучному английскому довольно противоречива.

3. Большая часть обычной речи использует то, что называется указательными местоимениями. Это

слова, чьи референты зависят от контекста произнесения: этот, тот, вы, я, здесь, теперь (не говоря уже о наших временных формах глаголов). Я выхожу прекрасным утром из дома и слышу: “Эй ты, хватит рвать мои вишни, иди сюда немедленно!” Только став на догматическую точку зрения, можно утверждать, что это обычное предложение выразимо на языке предикатов первого порядка.

4. Введение указательных местоимений только частично идет по этому пути. Указательные местоимения все же относятся к языку. Язык встроен в большое число возможных действий в мире. Патнэм

странным образом ссылается на Витгенштейна, вспоминая его аргумент в пользу того, что значения не могут быть исчерпывающе заданы правилами. Для Витгенштейна это не означает, что существует нечто внутренне неопределенное и открытое для новой интерпретации в нашей лингвистической *практике*. Это означало бы, что язык – больше чем говорение. У нас нет места, чтобы подробно изложить его понимание, но все-таки вишни предназначены для того, чтобы их есть, а кошки, может быть, для того, чтобы их гладить. Когда речь погружается в действие, разговоры о

Левенгейме и Сколеме представляются схоластическими. Они были полностью правы в том, что они говорили о некотором взгляде на математические объекты. Они мудро воздерживались от разговоров о кошках. Мы ничего не можем делать с очень большими числами, кроме как говорить о них. С кошками у нас другие отношения.

5. Патнэм утверждает, что, какую бы теорию референции и денотата мы не выдвигали, сами слова “означать” и “относиться” могут быть переинтерпретированы. Предположим, что “кошка” означает животное, сидящее на моих коленях.

Патнэм спрашивает: “откуда я знаю, что ‘означает’ означает означивание? Конечно, обычно я никогда не использую таких слов, как ‘означать’, для объяснения того, как используются слова. Эта функция могла быть выполнена предложением типа “Это скелет глиптодонта”, которое используется для объяснения того, что есть глиптодонт. Для того, чтобы сослаться, мне не нужно теории референции, и утверждение, что не может быть общей теории референции, видимо, восходящее к Витгенштейну, по меньшей мере достойно серьезного рассмотрения.

6. Патнэм пишет о ненаучном антиреализме, так что здесь осмысленно обсуждать вишни и кошек. Можем ли мы использовать его аргументы и для теоретических объектов естественных наук? Не является ли называние объектов именами целиком языковым актом? Нет, очень часто это не так. Вспомним статью Андерсона и Неддермейера 1936 года, упоминавшуюся в прошлой главе. В этой статье были данные, на основе которых научное сообщество ввело мезотроны, или мезоны, позднее мюоны. В статье множество фотографий, но это снимки не

мюонов, а следов. Проводится измерение углов между следами, вызванными столкновением тех или иных объектов. Мы действительно используем слова “тех” или “иных” для указания на наиболее теоретические из объектов, но для указания не на них, а на их следы. Однако мы не останавливаемся на этом. Как ясно из моей предыдущей главы, вначале люди были довольно неуверенны относительно объектов, которые впоследствии были названы мюонами. Но теперь мы знаем, что масса мюона составляет 206,768 массы электрона.

Последнее предложение, похоже, льет воду на мельницу Патнэма, поскольку это именно та истина, которую мы можем использовать в качестве аксиомы при описании мюонов. Можно ли проинтерпретировать ее в духе Левенгейма-Сколема? Я думаю, что нет, поскольку как иначе мы смогли бы получить такое число с точностью до трех знаков после запятой? Для этого потребовалось довольно сложное вычисление, в ходе которого было определено большое количество величин, таких как магнитный момент свободного электрона, боровский магнетон и

другие причудливые вещи, в частности, отношения ряда мировых констант. Если бы это было лишь множеством предложений и мы могли бы проделать всю физико-математическую работу в терминах логики первого порядка, теорема Левенгейма-Сколема была бы применима. Но в любом случае числа и отношения тесно связаны с определенными экспериментальными данными. Те же, в свою очередь, связаны с людьми, местами и, более того, с действиями. (Типичный пример: группа из Лаборатории Радиации при Университете Вашингтона-

Лоренса, включающая К. М. Кроува, Дж. Ф. Хейга, Дж. Е. Ротерберга, А. Шенка, Д. Л. Уильямса, Р. У. Уильямса и К. К. Янга. *Phys. Rev. D.* 2145 (1972).) Эти действия не изолированы, но связаны не только с одним таким рядом действий, а с множеством независимых, но не полностью отличных *действий*, осуществляемых во всем мире.

7. Патнэм обращается к вопросу о том, могли бы люди использовать непредполагавшуюся (нестандартную) интерпретацию слова “кошка”. Он замечает симметрию между предполагаемой (стандартной) и непредполагаемой

(нестандартной) интерпретациями: все, что мы можем объяснить в терминах кошек, другие могут объяснить в терминах вишен. Он возобновляет дискуссию из книги Нельсона Гудмена “Факт, вымысел и прогноз”, но пропускает одно важное обстоятельство. Теорема Левенгейма-Сколема не конструктивна. То есть, в принципе нет человеческого доступного способа для того, чтобы породить нестандартную интерпретацию.

8. Нам и не нужно технических примеров для того, чтобы начать испытывать ... Патнэма. Патнэм цитирует своего коллегу Роберта

Нозика, предлагающего ситуацию, когда (по мнению Патнэма) все женщины имели бы в виду кошек, когда говорили бы о вишнях, в то время как “мы”, мужчины, имели бы в виду вишни. Но существуют именные прилагательные, такие как, например, бинговые сорта вишни и персидские кошки. Именные прилагательные, такие как бинговые, не являются обычными дополнениями, такими как “сладкий”, поскольку сладкие бинговые вишни — сладкие ягоды, но не бинговые ягоды. Как продолжить в таком случае переинтерпретацию Патнэма/Нозика? Неужели они

считают, что женщины могут иметь в виду персидских кошек, когда говорят о вишнях королевы Анны? То есть, соответствуют ли каждая разновидность вишен некоей разновидности кошек? Но так не получится, поскольку число разновидностей вишен отлично от числа разновидностей кошек, так что ни одно из подобных отображений не сохранит структуры именных прилагательных. И что важнее, вишни королевы Анны хороши для консервирования и для начинки пирогов, а бинговые вишни хорошо есть спелыми прямо с дерева. Как

эти факты могут быть показаны в структуре фактов о кошках?

Может быть, Патнэм совершает одну из серьезнейших ошибок в своей философии. У него есть абстрактная теорема. Затем он объясняет ее значение в терминах одного предложения, которое никто до него не произносил и которое обычно бессодержательно за пределами логики (“Некоторая вишня находится на некотором дереве”). Затем он переходит к утверждению о том, что также как вы можете переинтерпретировать слово “вишня”, можно переинтерпретировать слово

“означать”. Весь обычный мир, где делают пироги с вишнями королевы Анны или определяют отношение масс мюонов и электронов, оказывается при этом в стороне. Я не буду продолжать в том же духе, хочу лишь подчеркнуть следующее: (а) основная цель при выражении истин — не указание референтов, а взаимодействие с миром, (б) даже на уровне языка существует гораздо больше структур, чем считает Патнэм, независимо от того, говорим ли мы о глубоких вопросах математической физики или о тривиальных наблюдениях относительно бинговых вишен.

Номинализм

Вышеприведенные

размышления не означают, что нам нужно отказаться от основных положений философии Патнэма. Эти размышления лишь дают понять, что его элегантные аргументы нуждаются в дальнейшей отшлифовке. Какая точка зрения лежит здесь в основе? Я, следуя за Патнэмом, сравнивал его идеи с идеями Канта, но между ними имеется серьезное различие. Кант называл себя трансцендентальным идеалистом. Патнэма я бы назвал трансцендентальным номиналистом. И та и другая позиция представляют

собой разновидности антиреализма. До Канта реализм обычно обозначал антиноминализм. После Канта, он обычно означал антиидеализм.

Идеализм — это некий тезис относительно существования. В своей крайней форме он утверждает, что все существующее относится к области ментального, является продуктом человеческого духа. Номинализм относится к классификации. Он утверждает, что только наши способы мышления вынуждают нас отделить траву от соломы, животное существо от растительного. Но мир не обязан подчиняться классификации такого

рода, он не является нам в форме “естественных типов”. В противовес этому, аристотелевский реалист (антиноминалист) говорит, что мир является нам в определенных видах, и это свойство природы, а не человека.

У идеалиста должно отсутствовать мнение относительно классификации. Он может считать, что существует действительное различие между травой и соломой. Он утверждает, что нет материи, травы и соломы, существуют только идеи, ментальные объекты. Но и идеи могут иметь подлинные сущности.

Наоборот, номинализм не отрицает того, что имеется подлинная материя, существующая независимо от разума. Он отрицает лишь то, что она естественным и внутренне необходимым образом как-то рассортирована независимо от того, что мы о ней думаем.

На самом деле, номинализм и идеализм относятся к одному роду мысли. Это единственная причина того, что слово “реализм” использовался для обозначения позиции, противоположной им обоим. Но логически номинализм и идеализм отличаются.

Трактуя Канта самым радикальным образом, можно сказать, что он считал пространство и время идеальными, не существующими на самом деле. Хотя и существуют эмпирические отношения, определяемые в рамках пространства и времени, эти отношения, будучи пространственно-временными, не имеют за собой подлинного существования. Кант на самом деле был трансцендентальным идеалистом. Патнэм же, напротив, был трансцендентальным номиналистом.

Внутренний реализм Патнэма приходит к следующему. В пределах

моей системы мышления я ссылаюсь на различные объекты и говорю нечто относительно этих объектов, кое-что верное, кое-что нет. Тем не менее, я никогда не могу выйти за пределы моей системы мышления и поддержать некоторый базис референции, который не был бы частью моей собственной системы классификации и наименований. Но как раз такая позиция и является эмпирическим реализмом и трансцендентальным номинализмом.

Революционный номинализм

Т. Куна также воспринимали как идеалиста. Я думаю, что и его

можно лучше понять как трансцендентального номиналиста, ставшего таковым до Патнэма. Но если размышления Патнэма основаны на теореме об априори и якобы имеют некоторые следствия в области языка, то у позиции Куна было более жизненное основание.

По мнению Куна, научная революция знаменует собой появление нового способа исследования и описания некоторого аспекта природы. Она приносит модели, гипотетические законы, классы объектов, причинные силы, которых не было в предыдущий период развития науки. Мы живем

теперь в полном смысле слова в мире, совершенно отличном от мира эпохи пара девятнадцатого века, в мире, где всюду есть самолеты, а железные дороги находятся под угрозой разорения. Если говорить более философски, это другой мир потому, что он категоризирован другими способами, которые считаются наполненными новыми возможностями, новыми причинами, новыми следствиями. Но эта новизна не есть производство новых ментальных объектов. Это наложение новой системы категорий на явления, включая вновь созданные явления. Вот почему я называю это

видом номинализма. Вот одна из последних собственных формулировок Куна:

“То, что характеризует революцию есть, таким образом, изменение в нескольких таксономических категориях, являющихся необходимым условием научных описаний и обобщений. Более того, это изменение есть приспособление не только критериев, относящихся к категоризации, но и способов, которыми данные объекты и ситуации распределены между категориями, существовавшими до этого. Поскольку такое

перераспределение всегда включает более, чем одну категорию, и поскольку такие категории определяются друг через друга, то такого рода изменение с необходимостью бывает целостным.”

Кун не принадлежит к числу старомодных номиналистов, считавших, что все классификации являются продуктами человеческого разума, а не самого мира, и что все эти классификации являются совершенно устойчивыми свойствами нашего разума. Кун мог бы не соглашаться с таким номинализмом в обоих отношениях. Очевидно, что он считает

возможными революционные изменения в науке и приводит примеры таких изменений. Он может также предположить, что многие из наших преднаучных категорий *суть* естественные виды: люди и трава, мясо и конина. В мире просто существуют лошади и трава, независимо от того, что мы думаем об этом, и это должно быть признано любой концептуальной схемой. У истории науки нет оснований отрицать, что мир сам сортирует себя таким образом. У сравнительной культурологии также нет оснований полагать, что разные народы не могут сортировать предметы

сходными способами. Пока номинализм Куна основан на его исторических исследованиях, он лишь может утверждать, что некоторые наши научные категории могут быть заменены. Такие испытанные временем категории, как вещество (субстанция) и сила, могут исчезнуть. Даже пространство и время могут сильно пострадать. Кун придерживается определенного релятивизма, говорящего о том, что нет единственно правильной категоризации произвольного аспекта природы. Конечно, идея аспекта природы, состоящего из таких-то и таких-то обстоятельств,

сама по себе вариативна. Мы говорим, что у греков не было понятия об электричестве, у Франклина не было представления об электромагнетизме. Даже такие “аспекты природы” возникают и исчезают на протяжении нашей истории. Из этого революционный номиналист делает вывод, что мы еще не дошли до конца. Нет также, считает он, и понятия о конце, об окончательной науке, о подлинно всеобщей науке.

Старомодный номиналист прошлых времен считал, что наши системы классификации являются продуктами человеческого сознания.

Но он не предполагал, что они могут радикально изменяться. Кун все это поменял. Он утверждал, что категории изменялись и могут вновь изменяться. Мы вряд ли избежим сближения с природой, используя наши современные категории, проблемы, аналитические системы, методы в технологии и обучении. Мы на самом деле являемся эмпирическими реалистами: мы мыслим как если бы мы использовали естественные виды, реальные принципы классификации. И все же в ходе исторического размышления мы понимаем, что даже наиболее дорогие для нас

теоретические конструкции могут быть заменены другими.

Подводя итог, скажем, что мы все-таки исследуем природу, рассортированную по естественным видам, которые определяются современными науками, но в то же время считаем, что эти самые схемы носят исторический характер. Более того, не существует единственно правильного, окончательного представления и категоризации мира.

Замечания Патнэма могут заставить думать в том же направлении, но есть один аспект, в

котором его настоящая позиция носит довольно-таки кантовский характер. Патнэм стал консервативным. Для Канта не было выхода из нашей понятийной схемы. Патнэм также не дает оснований предполагать о существовании таких путей. Кун подробно описывает то, как могут быть сделаны глубокие изменения. Так что его номинализм — революционно трансцендентальный, а номинализм Патнэма — более консервативный.

Рациональность

В современной позиции Патнэма есть некое положение,

напоминающее о Пирсе. Он считает, что истинно то, в чем мы можем согласиться, применяя рациональные методы, и он признает, что по крайней мере существует эволюция в развитии методов рассуждений. Мне кажется естественным объяснять это не в терминах философии Патнэма, но скорее в терминах Имре Лакатоша.

8. СУРРОГАТ ИСТИНЫ

“Психология толпы” — так карикатурно охарактеризовал Имре Лакатош (1922-1974) куновское

описание науки. “Научный метод” (или “логика открытия”), рассматриваемый как метод рационального принятия научных теорий, и критерии *прогресса* превращаются (у Куна) в ничто, пишет Лакатош. “Конечно, мы можем все-таки попытаться объяснить изменения ‘парадигм’ в терминах социальной психологии, — продолжает он. — Но это ... путь Куна”. Лакатош отчаянно протестует против того, что он называет куновской редукцией философии науки к социологии. Он считает, что она не оставляет места для святынь

науки и истины, объективности, рациональности и разума.

Хотя это и искажение идей Куна, то, что получается у Лакатоша в результате, довольно важно. Два основных предмета философии науки — это эпистемология (рациональность) и метафизика (истина и реальность). Считается, что Лакатош говорит об эпистемологии. В самом деле, обычно полагают, что он разрабатывает новую теорию метода и рациональности, и поэтому он служит предметом восхищения одних и объектом критики других. Но если рассматривать его теорию

рациональности как его основное достижение, то она представляется довольно сумбурной. Она никак не помогает нам решать, что же разумно считать или делать в настоящее время. Она всецело ретроспективна. Она может указать, какие решения в прошлой науке были рациональны, но не может помочь нам в будущем. В той мере, в какой концепция Лакатоша относится к будущему, она представляет собой смесь банальностей и предрассудков. И все же его работы кажутся чем-то вызывающим. Поэтому я настаиваю на том, что они относятся к чему-то еще, кроме метода и

рациональности. Работы Лакатоша имеют значение на самом деле потому, что их автор заинтересован не в эпистемологической, а в метафизической стороне. Он интересуется истиной или ее отсутствием. Он думает, что наука — это модель объективности. Мы можем попытаться объяснить это, утверждая, что научное высказывание должно давать знание о том, каково действительное положение дел в мире. Оно должно соответствовать истине, и это делает науку объективной. Лакатош, получивший образование в Венгрии в гегелевской и марксистской

традиции, считал само собой разумеющимся посткантовское, гегелевское отрицание теорий соответствия. Здесь он был близок к Пирсу, также сформировавшемуся по гегелевской матрице, и вместе с другими прагматистами не нуждался в том, что Уильям Джеймс называл теорией истины, основанной на представлении о копировании.

В начале двадцатого века философы в Англии, а затем и в Америке отвергли Гегеля и возродили теории истины, основанные на соответствии, а также референциальные теории значения. И это остается основными темами

англоязычной философии. Здесь нам может помочь Хилари Патнэм. В своей книге “Разум, истина, и история” он делает свою собственную попытку покончить с теориями истины, основанными на представлении о соответствии. Патнэм считает себя решительным радикалом и пишет, что “таким образом, можно говорить о кончине теорий, которые продержались более двух тысяч лет” (стр. 74). Лакатош и Пирс считали, что на самом деле последняя “смерть в семье” наступила двумястами годами раньше. И все же оба они хотят учесть в своих построениях

объективные ценности западной науки. Так что им нужен был заменитель истины. В гегелевской традиции, они говорили, истина заключается в процессе, в природе развития знания как такового.

История методологий

Лакатош представлял свою философию науки как результат исторической последовательности ряда философских систем. Эта последовательность будет включать известные факты о Поппере, Карнапе, Куне, о революции и рациональности, о которых я уже говорил во вступлении. Но на самом

деле его философия гораздо шире по охвату и более стилизована. Я вкратце напомню эту историю. Большая часть ее периферийных утверждений были в моде среди философов науки в 1965 году. Это, например, такие упрощающие положения, как: в принципе нет различия между утверждениями теории и отчетами о наблюдении; не существует решающих экспериментов (таковые эксперименты могут быть названы только задним числом); всегда можно продолжать придумывать дополнительные правдоподобные гипотезы, которые будут сохранять

теорию. Неразумно отбрасывать теорию, не предлагая взамен новой, лучшей. Лакатош никогда не дает хороших или хотя бы детальных аргументов в пользу любого из этих утверждений. Многие из них просто следствия теоретически ориентированной философии, и их лучше всего пересмотреть или отвергнуть после серьезного размышления относительно экспериментирования. Я буду говорить о них в части *Б*, касающейся *Вмешательства*. По поводу решающих экспериментов см. главу 15. По поводу различий между наблюдением и теорией см. главу 10.

Евклидова модель и индуктивизм

В самом начале, говорит Лакатош, математическое доказательство было образцом истинной науки. Предполагалось, что в науке заключения должны быть доказаны и сделаны абсолютно надежными. Все, что не обладало абсолютной надежностью, объявлялось дефектным. Наука по определению была неопровержимой.

Семнадцатый век и экспериментальный метод рассуждения сделали такую науку недостижимым идеалом. И все же

эта история претерпевает изменения, когда мы переходим от дедукции к индукции. Если мы не можем иметь обоснованное знание, давайте иметь по крайней мере правдоподобное знание, основанное на надежном фундаменте. Правильно сделанные наблюдения будут служить основой знания. Мы будем обобщать непротиворечивые экспериментальные сведения, выводить аналогии и строить научные заключения. Чем больше множество и количество наблюдений, которые подтверждают заключение, тем вероятнее оно будет. У нас больше не будет абсолютной

надежности, но зато будет высокая вероятность.

Следовательно, на высоком пути к методологии есть два этапа: доказательство и вероятность. В 1739 году, зная, что первый путь не привел к удаче, Юм подверг сомнению и второй. Частные факты никоим образом не предоставляют “хорошее основание” для более общих утверждений или прогнозов о будущем. Поппер согласился с Юмом, а вслед за ним согласился и Лакатош.

Фальсификационизм

Лакатош обрубает некоторые ветви истории методологии, но продолжает другие. У него даже был Поппер-1, Поппер-2, Поппер-3, обозначающие возрастающие по сложности степени понимания им Поппера. Все эти три варианта попперовской концепции фиксировали внимание на проверке и фальсификации гипотез в большей степени, чем на их верификации или подтверждении. Очень упрощенно попперовский взгляд на вещи можно было бы сформулировать следующим образом: “человек предлагает, а природа располагает”. Это означает, что мы выдумываем теории, а

природа отвергает их, если они не верны. Это предполагает довольно четкое различие между опровержимыми теориями и базовыми наблюдениями природы, которые после надлежащей проверки не могут уже быть обжалованы. Теория, несовместимая с наблюдениями, должна быть отвергнута. Попперова история гипотез и опровержений создает благоприятное впечатление о науке как об объективном и честном предприятии. Но на самом деле все обстоит не так-то просто: во-первых, “все теории рождаются опровергнутыми”, или, по крайне

мере, довольно обычной для науки является ситуация, когда предлагается теория, о которой известно, что она не может справиться со всеми полученными фактами. В этом заключалась позиция Куна с его нормальной наукой, которая занимается решением головоломок. Во вторых (в соответствии с Лакатошем), не существует четкого различия теории и наблюдения. В третьих, есть некоторое утверждение, сделанное великим французским историком науки Пьером Дюгемом: теории испытываются через вспомогательные гипотезы. В его

примере, если астроном предсказывает, что небесное тело должно быть найдено в определенном месте, но оказывается в другом, нет нужды пересматривать астрономию. Наверное, в этом случае можно пересмотреть теорию телескопа (или получить объяснение того, почему явления отличаются от того, что есть на самом деле (Кеплер), или придумать теорию астрономических искажений (Г. Г. Стоукс), или предположить, что эффект Допплера проявляется иначе в открытом космосе). Вследствие этого, непослушное наблюдение не обязательно должно опровергать

теорию. Видимо Дюгем думал, что пересмотр теории или одной из вспомогательных гипотез — дело выбора или соглашения. Дюгем был выдающимся антиреалистом, так что такое заключение было для него привлекательным, но оно выглядело отталкивающе для стойкой инстинктивной тяги к научному реализму Поппера и Лакатоша.

Таким образом, фальсификационисты добавляют два дополнительных предложения. Во-первых, ни одна теория не опровергается или не отбрасывается до того, как будет найдена лучшая теория. Во-вторых, одна теория

лучше, чем другая, если на ее основе можно сделать больше новых предсказаний. Обычно теории должны быть согласованы с фактами. Лакатош утверждает, что фальсификационист требует не того, чтобы теория была согласована с фактами; он утверждает, что теория должна опережать факты.

Заметим, что это положение имеет длинную историю, полную споров. По большей части индуктивисты думают, что факты, согласующиеся с теорией, подтверждают ее независимо от того, предшествовала ли теория фактам или факты предшествовали теории.

Мыслители, которые ориентированы более рационалистически и дедуктивистски, настаивали на том, что Лакатош называет “требованием Лейбница-Уевелла-Поппера: *хорошо спланированное строительство классификации должно проходить гораздо быстрее, чем запись в нее фактов*” (1, стр. 100).

Исследовательские программы

Исследовательская программа обычно обозначает особое исследование научной проблемы с использованием некоторых хорошо определенных комбинаций теоретических и экспериментальных

идей. Исследовательская программа — это программа исследований, которая может быть предпринята человеком или группой, включая соответствующие поиски финансирования, получения поддержки и так далее. То, что Лакатош называет “исследовательской программой”, на это не похоже. Это понятие Лакатоша более абстрактно и более исторично. Его исследовательская программа представляет собой последовательность развивающихся теорий, длиной до нескольких столетий. Она может находиться в забвении на протяжении 80 лет, а

затем опять возродиться под воздействием совершенно новых фактов или идей.

В частных случаях обычно легко распознать континуум развивающихся теорий. Но не так легко произвести их общую характеристику. Для ее облегчения Лакатош вводит слово “эвристика”. Вообще говоря, “эвристика” – это термин, описывающий метод или процесс, который управляет открытием или исследованием. С самых первых дней создания в 1950-е годы искусственного интеллекта люди говорили об эвристических процедурах, которые могли бы

помочь машинам решать проблемы. Книга “Как это решить” и другие замечательные книги соотечественника и учителя Лакатоша Георга Пойа содержат классические современные исследования по математическим эвристикам. Своими работами по философии математики Лакатош в значительной степени был обязан Пойа. Затем он использовал идею эвристики в качестве инструмента для определения природы исследовательских программ. Он говорит, что исследовательская программа определяется своими положительными и отрицательными

эвристиками. Отрицательная эвристика говорит: руки прочь, сюда нельзя. Положительная эвристика говорит: вот множество проблемных областей, упорядоченных по степени важности, занимайтесь теми, которые находятся в верхней части списка.

Твердые ядра и пояса безопасности

Отрицательная эвристика — это “твердое ядро” программы, множество ее основных принципов, которые нельзя подвергать критике. Они считаются неопровержимыми. Так, в программе Ньютона ядром

являются три закона динамики и закон всемирного притяжения. Если планеты, с точки зрения этой программы, ведут себя неправильно, ньютонианец не будет пересматривать закон притяжения, но постарается объяснить аномалию, постулируя, скажем, существование невидимой планеты, которую можно распознать только по тем возмущениям, которые она оказывает на солнечную систему.

Положительная эвристика – эта программа, определяющая, какие проблемы следует разрабатывать. Лакатош рисует некую успешно функционирующую

исследовательскую программу, которая живет в море аномалий, но которая, тем не менее, находится в прекрасном состоянии. По Лакатошу, куновское видение нормальной науки делает довольно случайным то, какие аномалии становятся предметом решения головоломок. Напротив, Лакатош говорит, что есть определенное ранжирование проблем. Некоторые из них систематически выбираются для исследования. Этот выбор порождает “пояс безопасности” вокруг теории, поскольку для исследования заранее выбирается только определенный ряд проблем. Другие кажущиеся

опровержения просто игнорируются. Лакатош использовал этот аргумент для того, чтобы объяснить, почему, с *разрешения* Поппера, верификация, представляется такой важной для науки. Люди выбирают некоторые проблемы для того, чтобы работать над ними, и чувствуют удовлетворение от их решения. Опровержения, напротив, могут не представлять интереса.

Прогресс и регресс

Что делает исследовательскую программу хорошей или плохой? Хорошие программы прогрессивны, плохие программы регрессивны.

Программа – это последовательность теорий T_1 , T_2 , T_3 , ... Каждая из последующих теорий должна быть по крайней мере настолько же согласована с известными фактами как и ее предшественницы. Такая последовательность теоретически прогрессивна, если каждая теория, в свою очередь, предсказывает некоторые новые факты, которые не были предусмотрены ее предшественницами. Она является эмпирически прогрессивной, если некоторые из этих предсказаний оказываются успешными. Программа просто прогрессивна, если она *прогрессивна* как теоретически, так

и эмпирически. Иначе она регрессивна .

Регрессивная программа – это та, которая постепенно становится замкнутой на себя. Вот пример: одна из знаменитых историй успешного развития теории – это история с Пастером, чья работа по микробам позволила ему спасти французские производства пива, вина и шелка, которым угрожали маленькие вредоносные организмы. Позже люди стали пастеризовать молоко. Пастер также идентифицировал микроорганизмы, позволившие создать вакцины против сибирской язвы и бешенства. Возникла

исследовательская программа, в ядре которой устанавливалось, что любое органическое заболевание, не объяснимое наличием паразитов или увечий, должно объясняться наличием микроорганизмов. Когда выяснилось, что множество болезней невозможно объяснить наличием бактерий, положительная эвристика была направлена на поиски чего-то меньшего, а именно вирусов. Прогрессивная исследовательская программа Пастера имела вырождающиеся подпрограммы. Таковым был, например, микробный энтузиазм по отношению к тому, что мы теперь называем болезнями от

дефицита. В начале нашего века ведущий исследователь тропических болезней Патрик Мэнсон настаивал на том, что бери-beri и другие болезни от дефицита вызываются бактериальным заражением. На самом деле, эпидемия бери-beri была вызвана новой технологией паровой шлифовки риса, технологией, заимствованной из Европы и убившей миллионы китайцев и индонезийцев, чье основное питание составлял рис. Витамин *B* ₁, содержащийся в рисовой оболочке, разрушался в процессе шлифовки. В основном благодаря опытам по регламентации

питания в японском флоте исследователи стали постепенно понимать, что проблема заключается не в присутствии микробов, а в отсутствии чего-то в шлифованном рисе. Когда все другие версии были отвергнуты, Мэнсон стал настаивать на том, что существуют бактерии, живущие в шлифованном рисе, но отсутствующие в необработанном, которые и являются причиной нового бедствия. Этот шаг был теоретически регрессивным, поскольку каждое изменение в теории Мэнсона производилось только после новых наблюдений, а не предшествовало им. Этот шаг был также

эмпирически регрессивным, поскольку никаких организмов, живущих в шлифованном рисе, не было обнаружено.

Суждение задним числом

Мы можем сказать, прогрессивна ли исследовательская программа, только *post factum* . Рассмотрим потрясающий сдвиг проблем в программе Пастера, в которой вирусы сменяют бактерии как источники большинства болезней, все еще сохраняющихся в развивающемся мире. В 1960-х годах возникли мысли о том, что некоторые виды рака – карциномы и

лимфомы — вызываются вирусами. Было зафиксировано несколько очень редких случаев, подтверждающих этот факт. Например, странная и ужасная тропическая лимфома (лимфома Буркитта), которая вызывает причудливые наросты на конечностях людей, живущих неподалеку от экватора на высоте 5000 футов, несомненно вызывалась некоторым вирусом. Но как обстоит дело с общей программой по раку, согласно которой рак имеет вирусную природу? Лакатош говорит нам, что “мы должны снисходительно относиться к подающим надежды программам.

Может пройти несколько десятилетий, прежде чем программе удастся подняться над поверхностью фактов и стать эмпирически прогрессивной” (1, стр. 6). Очень хорошо. Но даже если исследовательские программы были прогрессивны в прошлом (в особенности это относится к программе Пастера), это ничего не говорит нам об их возможностях в настоящее время. Лакатош не дает нам никаких рекомендаций, кроме как “следует быть открытым и полагаться на многочисленные и различные виды исследований, если вы поставлены в тупик”. Едва ли

известны более прогрессивные программы, чем программа Пастера, даже если учесть некоторые из ее неудач, таких как в случае болезней из-за дефицита. Является ли попытка найти вирусы рака прогрессивной или регрессивной? Это станет известно лишь позже. Если пытаться определить, какую часть средств из фонда “Борьбы с раком” направить на молекулярную биологию, а какую – на исследование вирусов (конечно, одно не исключает другое), концепция Лакатоша не может нам ничем помочь.

Объективность и субъективизм

Что же делал Лакатош? На мою догадку указывает название главы. Лакатош хотел найти замену понятия истины. Это похоже на то, что позже предлагал Патнэм, а именно, что теория истинности, основанная на соответствии, ошибочна, а истина — это лишь то, во что верить — рационально. Но Лакатош радикальнее, чем Патнэм, его нельзя назвать новым прагматистом. Он против понятия истины вообще, а не против какой-либо частной теории истины. Он хочет заменить не теорию истины, основанную на соответствии, а истину саму по себе. Патнэм должен был прокладывать

свой путь в борьбе с теориями истины, основывающимися на понятии соответствия, поскольку в англоязычной философии, несмотря на давние прагматистские нападки, они все же очень популярны. Лакатош, выросший в гегелевской традиции, почти никогда не придавал этим теориям большого значения. Однако, так же как и Пирс, Лакатош ценил в науке объективность, которая в гегелевском дискурсе играет малую роль. Патнэм признает объективность как ценность, надеясь, как и Пирс, что существует научный метод, о котором мы договоримся и который, в свою

очередь, приведет нас к рациональному, обоснованному знанию. Патнэм – простой последователь Пирса, даже если он не в такой степени, как Пирс, уверен, что мы находимся на финальном забеге на пути к истине. Рациональность, согласно Патнэму, смотрит вперед. Лакатош идет на шаг дальше. Не существует вперед глядящей рациональности, но можно понимать объективность нашего знания, реконструируя то, как мы пришли к нему. С чего начать? С роста самого знания.

Рост знания

Один фиксируемый пункт в концепции Лакатоша заключается в простой мысли о том, что знание действительно растет. На этом обстоятельстве он пытается построить философию, не прибегая к идее, что в знании содержится некоторое представление о мире. Он начинает с того факта, что можно видеть, что знание растет, независимо от того, что мы думаем относительно “истины” или “реальности”. Необходимо отметить три аспекта этого факта.

Во-первых, простое наблюдение позволяет увидеть, что знание выросло. Этот урок мы

усваиваем не у общей философии или истории, но при подробном чтении некоторых последовательностей научных текстов. Нет сомнений в том, что сейчас известно больше, чем знали прошлые поколения. Можно рассмотреть пример того же Лакатоша. В нем говорится, что в результате работы Резерфорда и Содди, а также открытия изотопов, об атомном весе стало известно гораздо больше, чем об этом мечтали на протяжении целого века после того, как Праут в 1815 году высказал гипотезу о том, что вселенная состоит из водорода и что атомные

веса кратны массе водорода. Я привожу здесь этот пример для напоминания о том, что Лакатош начинает с глубокого, но элементарного положения. Главный пункт в его концепции заключается не в том, что знание существует, а в том, что есть рост. Мы знаем об атомном весе больше, чем мы знали когда-то, даже если будущее представит нам совершенно новое, расширенное переосмысление этой области.

Во-вторых, бесспорно, что некоторые исторические события демонстрируют рост знаний. То, что необходимо, — это анализ, который

выявил бы, в чем состоит этот рост, который показал бы, что представляет собой тот рост, который называется наукой, а что не является таковым. Может быть, существуют глупцы, которые считают, что открытие изотопов не является ростом реального знания. Подход Лакатоша заключается в том, что с ними не нужно спорить, скорее всего они ленивы и не читали книг или не имели отношения к результатам такого роста. Мы не должны спорить с такими невеждами. Когда они научатся тому, как использовать изотопы или

просто прочтут тексты, они обнаружат, что знание растет.

Такие мысли приводят к третьему положению. Рост научного знания при разумном анализе может указать на демаркационную линию между рациональной деятельностью и иррациональностью. Хотя Лакатош выражал суть дела таким образом, это не те слова, которые стоит использовать. Ничто не росло более согласованно и постоянно на протяжении многих лет, чем комментарии к Талмуду. Но является ли это рациональной деятельностью? Мы сразу же видим, насколько пусто слово

“рациональное”, когда оно используется для положительной оценки. Комментарии к Талмуду – самые рассудительные и солидные тексты, которые мы знаем, намного более рассудительные, чем научная литература. Философы часто задают скучный вопрос о том, почему западная астрология двадцатого века, такая как она есть, не является наукой. Это не тот пункт, где проходит демаркационная линия из колючей проволоки. Поппер вступил в более серьезную игру, оспаривая право психоанализа и марксистской историографии называться “наукой”. Вся машина исследовательских

программ, твердые ядра и пояса безопасности, прогресс и регресс, должны, если они чего-то стоят, выработать различие не между рациональным и разумным, с одной стороны, и иррациональным и неразумным, с другой, а между теми способами рассуждения, которые привели к тому, что Поппер и Лакатош называли объективным знанием, и теми, которые преследуют иные цели и имеют иные траектории интеллектуального развития.

Оценка научных теорий

Таким образом, Лакатош не предсказывает будущего развития соперничающих теорий. В крайнем случае, он может бросить взгляд в прошлое и сказать, почему, по его критерию, одна исследовательская программа была прогрессивной, а другая нет. Что же касается будущего, то из его методологии следуют три указания. Во-первых, он говорит, что мы должны быть скромными в наших надеждах относительно наших собственных программ, поскольку последнее слово может быть все-таки сказано соперничающими программами. Во-вторых, когда деятельность по реализации

программы находится в затруднении, самое время проявить упорство. Девизом при этом – и это является третьим выводом – может быть пролиферация (размножение) теорий, доброжелательность оценок и честный учет того, какие результаты достигаются при выполнении программы и какие трудности преодолеваются. Очевидно, что это не столько настоящая методология, сколько перечисление свойств науки, предположительно не связанной с какой-либо идеологией. Если бы Лакатош занимался теорией оценок, то я бы согласился с его самым

интересным критиком, Полом Фейерабендом. Основной напор часто весьма проницательных обвинений Фейерабенда, приводимых в семнадцатой главе его книги “Против метода”, направлен на то, что методология Лакатоша не является хорошим средством для советов относительно теорий, разрабатываемых в настоящий момент. Я согласен с этим, но предполагаю, что это и не было целью анализа Лакатоша, который был настроен более радикально. Лакатош был остроумен, придерживался твердых взглядов и не страдал застенчивостью. У него

было множество занятных наблюдений о том или ином исследовательском проекте, но все эти язвительные ремарки были случайными и не связаны с той философией, которую я ему приписываю.

Является ли дефектом то, что методология Лакатоша направлена в прошлое? Я думаю, что нет. В современных методологических исследованиях не зафиксировано каких-либо значительных общих законов, которые хорошо описывали бы будущее. Есть только трюизмы. Одна из таких “закономерностей” состоит в том, что группе

исследователей, у которой есть только хорошая идея, часто требуется по крайней мере несколько лет, для того чтобы успешно применить ее. Такие группы регулярно получают огромные суммы денег от корпораций, правительств и фондов. Есть и другие “мягкие” социологические закономерности, например, такая: если группа заинтересована в том, чтобы защититься от критики и не хочет поставить себя под удар, ей редко удастся получить интересный результат. И т. д. Возможно, основная практическая проблема научной деятельности просто игнорируется

философами рациональности. Как вы остановите финансирование программы, которую вы поддерживали пять или пятнадцать лет – программу, которой посвятили себя многие молодые люди, но которая очень мало что приносит? Этот подлинный жизненный кризис имеет мало отношения к философии.

Среди современных философов науки модно говорить о том, что Лакатош назвал бы “новым подтвержденчеством” (*the new justificationism*). Это направление выпускает множество книг в попытке показать, что система принятия теорий может быть построена как

система правил. Предлагается даже оказать финансовую поддержку такой работе по философии науки, для того чтобы научиться тому, как правильно финансировать проекты в реальной науке. Мы не будем смешивать эти бюрократические затеи с попытками Лакатоша понять содержание объективного суждения.

Внутренняя и внешняя история

Средством Лакатоша для понимания объективности научного знания было то, что он называл историей науки. Однако историки науки, даже те, которые подвержены полетам отвлеченного воображения,

находят у Лакатоша лишь “пародию на историю, от которой волосы встают дыбом”. Таково мнение Джеральда Холтона, высказанное им в книге “Научное воображение” (стр. 106) и с которым согласны многие коллеги.

Лакатош начинает с “неортодоксальной, новой демаркации между “внутренней” и “внешней” историей науки (1, стр. 102), но не совсем ясно, что он при этом имеет в виду. Под внешней историей науки обычно подразумевают те экономические, социальные и технологические факторы, которые имеют влияние на

научное познание или объясняют некоторые эпизоды в истории знания. Внешняя история может включать такое событие, как запуск первого советского спутника на орбиту Земли, который вызвал немедленное увеличение американских вложений в научное образование. Внутренняя история — это история идей, имеющих отношение к науке и мотивациям научных работников, образцам их общения и линиям интеллектуального наследования идей.

Внутренняя история Лакатоша находится на краю этого спектра.

Она исключает все, что относится к субъективной или персональной области. Короче говоря, это история гегелевского отчужденного знания, анонимных и автономных исследовательских программ.

Эта идея превращения знания в нечто объективное и лишенное человеческих факторов лежала в основе первой философской работы Лакатоша, “Доказательства и опровержения”. На 146 странице этого замечательного диалога о природе математики мы находим следующие строки:

“Математическая деятельность — это человеческая деятельность. Некоторые аспекты этой деятельности, так же как и всякой другой, могут изучаться психологией, другие — историей науки. Эвристика интересуется в первую очередь не этими вопросами. Математическая деятельность продуцирует математическое знание. Математика, как продукт человеческой деятельности, “отчуждается” от деятельности, которая ее производит. Она становится живым и растущим организмом, который получает определенную автономию от деятельности, которая его породила”.

Здесь находятся корни переопределения Лакатошем “внутренней истории”, понятия, лежащего в основе “рациональных реконструкций”. Один из уроков, вынесенных из “Доказательств и опровержений” заключается в том, что математика может быть, с одной стороны, продуктом человеческой активности, а с другой – быть автономной, со своей собственной характеристикой объективности, которая не может быть проанализирована в терминах того, как математическое знание возникло и развивалось. Поппер предположил, что такое человеческое знание могло

бы быть “третьим миром” реальности, и Лакатош обыгрывал эту идею.

Попперовская метафора третьего мира является загадочной. По определению Лакатоша, “первый мир” – это физический мир, “второй мир” – это мир сознания, мир ментальных состояний и, в частности, мир мнений и знания. “Третий мир” – это платоновский мир объективного духа, мир идей (П, стр. 108). Я сам предпочитаю те тексты Поппера, где он говорит о том, что третий мир – это мир книг и журналов, хранимых в библиотеках, диаграмм, таблиц и компьютерной

памяти. Эти находящиеся вне человеческого сознания вещи, высказанные предположения, более реальны, чем то, что постулируется в философии Платона.

Как список трех миров, это выглядит загадочно. Будучи сформулировано в виде последовательности трех появляющихся типов объектов, которые подчиняются соответствующим законам, это выглядит менее загадочно. Первым был физический мир. Затем, когда появились разумные и рефлектирующие существа, появился второй мир, чье описание в

некотором смысле не могло быть сведено к описанию физического мира. Третий мир Поппера более гипотетический. Его идея заключается в том, что есть область человеческого знания (предложения, печатные материалы, кассеты), подчиняющаяся нашим собственным описаниям и законам, которая не может быть сведена к событиям второго мира, так же как события второго мира не могут быть сведены к событиям первого мира. Лакатош настаивает на следующем метафорическом выражении этой идеи: “ *продукты* человеческого знания, высказывания, теории,

системы теорий, проблемы, смены проблем, исследовательские программы живут и растут в “третьем мире”, а производители знания живут в первом и втором мирах (II, стр. 108). Не стоит быть настолько метафорическим. Существует ли обширный и согласованный корпус описания “отчужденного” и автономного человеческого знания, который не может быть сведен к историям и психологиям субъективных мнений? Этот вопрос прямолинеен, но на него сложно ответить. Одной из реализаций идеи “третьего мира” является содержание математики.

Идея третьего мира допускает, что математика есть продукт человеческого разума, и все же независима от всего того, что относится к психологии. Расширением этой идеи и является концепция “непсихологической” внутренней истории Лакатоша.

Внутренняя история Лакатоша – это рациональная реконструкция того, что действительно произошло. Это та история, которая показывает, почему то, что случилось в наиболее интересные эпизоды истории науки, заслуживает таких обозначений, как “рациональное” и “объективное”. У Лакатоша есть прекрасно звучащая

максима, пародия на благородные кантовские обороты: “Философия науки без истории науки пуста. История науки без философии науки слепа”. Это звучит хорошо, но Кант говорит о чем-то еще. Все, что хотелось бы сказать о недостаточно отрефлексированной истории науки, было сказано прямо Кантом в его лекциях по *Логике* : “Простая полиистория — это *циклопическая* эрудиция, которой не хватает одного глаза, глаза философии”. Лакатош хочет переписать историю науки так, чтобы “лучшие” моменты истории науки были бы частными случаями

прогрессивных исследовательских программ.

Рациональная реконструкция

У Лакатоша была проблема с тем, как характеризовать рост знания с позиций внутренней истории науки, анализируя примеры роста знания. Он предположил, что единица роста знания — это исследовательская программа (определяемая твердым ядром, защитным поясом, эвристикой); что исследовательские программы прогрессивны или регрессивны; и, наконец, что знание растет победой прогрессивных программ над

регрессивным. Чтобы проверить это предположение, следует выбрать пример, иллюстрирующий некоторое научное достижение, которое впоследствии не было бы опровергнуто. Естественно, этот пример должен в настоящее время вызывать восхищение у ученых или людей, которые размышляют о соответствующей области знания, не потому, что мы преклоняемся перед традицией, но потому, что исследователи в данной области обычно лучше, чем дилетанты, представляют себе, что именно имеет значение. Фейерабенд называет такой подход элитизмом.

Но так ли это? Ведь следующее предписание Лакатоша состоит в том, чтобы все читали все доступные тексты, с тем чтобы покрыть всю эпоху, охватываемую исследовательской программой и всем множеством исследователей. Конечно, это элитизм, поскольку мало кто может позволить себе тратить столько времени на чтение. Но такая позиция имеет антиэлитарную интеллектуальную предпосылку (противопоставленную элитарной экономической предпосылке): если тексты доступны, их могут читать все.

Среди того, что мы читаем, мы должны отбирать класс предложений, выражающих то, что пытались отыскать исследователи того времени, и как они пытались это сделать. Отбросьте то, что люди чувствовали относительно предмета исследования, факторы, стимулирующие творческий процесс, мотивации их деятельности и принятые ими ролевые модели. Ограничившись такой “внутренней” частью данных, мы можем теперь попытаться организовать результат в виде рассказа об исследовательской программе Лакатоша.

Как и во множестве философских исследований науки, непосредственное соответствие между гипотезой (относительно закономерностей роста знания) и проверенными данными в концепции Лакатоша не предполагается. Три типа пересмотра концепции могут улучшить ситуацию с такого рода соответствием. Во-первых, мы можем поиграть с методами анализа данных; во-вторых, мы можем пересмотреть гипотезу; и в-третьих, мы можем сделать вывод, что выбранный нами пример в конце концов не подтверждает рост знания. Я буду обсуждать эти три типа

пересмотра концепции по очереди.

Под улучшением анализа данных я не имею в виду их подгонку. Лакатош делает пару бесхитростных замечаний в своей статье о фальсификации, где характеризует нечто в качестве исторического факта в тексте, но отрекается от этого в сноске, настаивая на том, чтобы мы относились к его тексту с “большой щепоткой соли” (I, стр. 55). Исторически настроенный читатель по праву раздражен тем, что его водят за нос таким образом. На самом деле, главное здесь не было понято. Шутка Лакатоша была сделана им не в ходе рациональной

реконструкции, несмотря на то, что он говорил, будто дело обстояло именно так. Также как в любом другом исследовании, нет ничего плохого в том, чтобы попытаться провести заново анализ данных. Это не означает их подгонку. Это означает просто пересмотр фактов или их реорганизацию и отбор, или это может быть наложением новой исследовательской программы на известные исторические факты.

Если эти факты и концепция Лакатоша не могут быть согласованы, остаются другие возможности. Одна из них состоит в том, что анализируемое событие в

истории науки может само по себе рассматриваться как нечто, отличное от роста знаний. Такая уступка могла бы выпустить джина из бутылки, но здесь вступает в силу ограничение, накладываемое внешней историей науки. Лакатош может всегда сказать, что частный случай в истории науки не согласуется с его моделью, поскольку он “иррационален”. Однако сам Лакатош налагает на себя требование, что это можно позволить себе, только если можно сказать, что такое иррациональный элемент. Влияние внешней истории проявляется в политическом давлении, искаженных ценностях,

или, быть может, в простой тупости. Истории Лакатоша нормативны в том смысле, что позволяют сделать вывод, что данная часть исследования “не должна была” идти по тому пути, по которому она шла, и что она пошла по этому пути из-за вмешательства внешних факторов, не относящихся к самой исследовательской программе. Делая заключение о том, что выбранный случай не был “рациональным”, допустимо идти против господствующей в настоящий момент научной рациональности. Хотя в принципе Лакатош поддерживает такую позицию, на самом деле им

двигает уважение к (может быть, неявному) одобрению работающих ученых. Я не вижу, чтобы Лакатош охотно соглашался с тем, что Эйнштейн, Бор, Лавуазье или даже Коперник участвовали в какой-либо иррациональной программе. “Изобилие настоящей истории науки” превращается в “иррациональность” (I, стр. 172). С позиции Лакатоша у нас нет иных стандартов оценок теорий, кроме тех, которые мы можем почерпнуть из реальной истории науки. Объявить историю науки глобально иррациональной значит отказаться от рациональности вообще. Мы

понимаем, почему Фейерабенд говорил об элитизме Лакатоша: по Лакатошу, рациональность просто определяется тем, что современное сообщество называет хорошим, и ничто не перевесит бесконечную весомость мнения Эйнштейна.

Лакатош, таким образом, определяет объективность и рациональность в терминах прогрессивных исследовательских программ и допускает, что тот или иной эпизод в истории науки может быть объективным и рациональным, если его внутренняя история может быть представлена

последовательностью прогрессивных изменений в постановках задач.

Катаклизмы в рассуждении

Пирс определял истину как то, что достигается в идеале к концу исследования. Он считал, что задача методологии — характеризовать принципы исследования. Существует очевидная проблема: что если истина не будет сходиться ни к чему? Пирс, который был так же, как и мы в наши, дни знаком с идеей научных революций, определенно считал, что “катаклизмы” в знании (так он сам называл это) не будут заменяться чем-либо другим, но составляют

часть исследования, самоисправляющегося по своей природе. Подход Лакатоша был схож с подходом Пирса. Он решительно опровергал учение, которое он приписывал Куну, о том что знание изменяется путем иррациональных “обращений” от одной парадигмы к другой.

Как я говорил во введении, я не считаю, что правильное прочтение Куна дает апокалиптическое представление о культурном релятивизме, которое нашел у него Лакатош. Но в основе неприятия Лакатошем работы Куна лежит реальная озабоченность, которую не

следует скрывать. Она связана с важной ремаркой Фейерабенда о том, что объяснение Лакатошем научной рациональности в лучшем случае справедливо по отношению к науке “нескольких последних столетий”.

Корпус знаний может прийти в рассогласование с прошлым двумя различными путями. В настоящее время мы знакомы с такой возможностью, когда новые теории могут полностью заменить предшествующую систему. Различение Лакатоша, относящееся к прогрессивным и регрессивным теориям, — хорошая попытка решения

вопроса о том, когда такие замещения являются “рациональными”. Но все рассуждения Лакатоша принимают за само собой разумеющееся то, что мы можем назвать гипотетико-дедуктивной моделью рассуждений. Во всех своих пересмотрах Поппера он считает само собой разумеющимся, что гипотезы выдвигаются и проверяются по отношению к некоторым проблемам, отобранным в зоне “пояса безопасности”. Гораздо более радикальное изменение в знании происходит тогда, когда появляется совершенно новый стиль

рассуждений. Сила иронии Фейерабенда по поводу “нескольких последних столетий” заключается в том, что анализ Лакатоша имеет отношение не к вневременному знанию, а к особому виду знаний, производимых особым стилем рассуждений. Это знание и этот стиль имеют особое начало. Таким образом, основной страх Пирса по поводу катаклизмов становится таким: Не может ли быть других стилей рассуждения, которые бы произвели новый тип знания? Не является ли суррогат истины Лакатоша локальным и недавним феноменом?

Я констатирую озабоченность, а не спорю. Фейерабенд сделал сенсационные, но неправдоподобные заявления о различных способах рассуждения и даже вѣдения, относящихся к глубокой древности. В своей книге “Появление вероятности” (1975) я доказываю более прозаически, что наше настоящее представление об индуктивном свидетельстве вошло в оборот только в конце Возрождения. В книге “Стили научного мышления в европейской традиции” (1983) историк Э. К. Кромби, у которого я позаимствовал слово “стиль”, пишет о шести различных стилях. Я

развил идеи Кромби в другой работе. Совсем не следует, что появление нового стиля является катаклизмом. На самом деле, мы можем дополнять стиль стилем, имея кумулятивный корпус концептуальных средств. Вот о чем учит Кромби. Очевидно, что Патнэм и Лаудан ожидали, что это произойдет. Но этот предмет только недавно начал обсуждаться, и в настоящее время очень плохо понят. В то же время, он должен насторожить нас по отношению к такому объяснению реальности и объективности, которое подразумевает рост знания, но при этом оказывается, что описываемый

вид роста затрагивает лишь особое знание, достигаемое особым способом рассуждения.

Предполагая худшее, я подозреваю, что стиль рассуждения может определять саму природу знания, которое он порождает. Древнегреческий метод постулатов дал миру геометрию, которая долгое время была философской моделью знания. Лакатош яростно нападал на преобладание эвклидовского метода. Но что противопоставил Лакатош гипотетико-дедуктивному методу и теории исследовательских программ, которую породил этот метод? Одна из наиболее специфических черт

этого метода заключается в постулировании теоретических объектов, которые появляются в законах высшего порядка и которые все же имеют экспериментальные следствия. Эта особенность успешной науки становится всеобщей только под конец восемнадцатого столетия. Может быть, вопросы объективности, задаваемые нашему времени Кантом, в точности совпадают с вопросами, которые ставит новое знание? Если это так, то тогда вполне уместна попытка Лакатоша ответить на эти вопросы в терминах знания последних двух веков. Однако было

бы неправильно предположить, что мы можем перейти от этого специфического типа роста к общей теории истины и реальности. Принять всерьез заглавие книги “Меняющаяся логика научного открытия”, которую предполагал написать Лакатош, но которую никогда не написал, означает принять всерьез возможность того, что Лакатош, подобно древним грекам, сделал вечные истины зависящими от некоего эпизода в истории человеческого знания.

Остается оптимистическая версия указанной озабоченности. Лакатош пытался охарактеризовать

определенные объективные ценности западной науки, не обращаясь к теории истины, основанной на соответствии. Может быть, эти объективные истины достаточно новые, и ограничение последними двумя-тремя веками совершенно верно. Мы остаемся без внешней оценки нашей собственной традиции, но зачем она нам нужна?

Часть Б:

ВМЕШАТЕЛЬСТВО

9. ЭКСПЕРИМЕНТ

Философы науки постоянно обсуждают теории и представления реальности, но почти ничего не говорят об эксперименте, технологии или использовании знания для изменения мира. Это странно, поскольку “экспериментальный метод” обычно использовался как синоним для научного метода. Популярный, хотя и не вполне верный, образ ученого — некто в белом халате в лаборатории. Конечно, наука предшествует лабораториям. Сторонники Аристотеля недооценивали эксперимент и отдавали предпочтение выводу из первых

принципов. Однако научная революция семнадцатого века все это поменяла. Эксперимент был официально объявлен королевской дорогой к знанию, а ученых схоластов стали презирать, потому что они рассуждали исходя из книг вместо того, чтобы наблюдать окружающий их мир. Философом этого революционного времени был Фрэнсис Бэкон (1561-1626). Он учил, что мы должны не только созерцать природу, но и “подергать льва за хвост”, то есть манипулировать миром для того, чтобы узнать его секреты.

Революция в науке принесла с собой новые институты. Одним из первых было Королевское Общество в Лондоне, основанное около 1660 года. Оно послужило образцом для других национальных академий в Париже, Санкт-Петербурге и Берлине. Была изобретена новая форма научной коммуникации: научное периодическое издание. И все же стиль ранних страниц Философских Трудов Королевского Общества весьма любопытен. Хотя этот печатный сборник работ, представленных Обществу, всегда содержал какую-то долю математики и теории, он был также и хроникой

фактов, наблюдений, экспериментов и выводов из экспериментов. Отчеты о морских чудовищах или о погоде на Гибридных островах соседствуют здесь со знаменитыми работами таких людей, как Роберт Бойль или Роберт Гук. К слову сказать, Бойль и Гук никогда бы не обратились к собранию Общества без демонстрации какого-нибудь нового прибора или экспериментального явления.

Но времена изменились. История естественных наук теперь почти всегда пишется как история теории. Философия стала философией теории в такой степени,

что само существование дотеоретических наблюдений отвергается. Я надеюсь, что следующие главы могут инициировать движение “Назад к Бэкону”, примкнув к которому мы будем более серьезно относиться к экспериментальной науке. Эксперименты имеют свою собственную жизнь, независимую от теории.

Класс и каста

По легенде и, может быть, по природе философы больше привыкли к креслу, чем к верстаку. Не удивительно, что мы превозносим

теорию в ущерб эксперименту. И все же мы не всегда были столь ограничены. Лейбница называли величайшим универсальным интеллектом, которого когда-либо знал мир. Его мысль коснулась практически всего. Хотя он был менее успешен в построении ветряных мельниц для добычи серебра, чем в изобретении дифференциального исчисления (одновременно с Ньютоном и независимо от него), замечания этого титана мысли о роли эксперимента несомненно придавали большее значение научной практике, чем современные учебники философии.

Пример таких философов, как Бэкон и Лейбниц, показывает, что нам не следуют выступать против эксперимента.

Прежде чем подумать о философии эксперимента, мы отметим определенное классовое и кастовое отличие между теоретиком и экспериментатором. Это отличие имеет малое отношение к философии. Мы находим предрасположенность в пользу теории так же давно, как мы встречаем институализированную науку. Платон и Аристотель часто бывали в афинской Академии. Это здание расположено на одной

стороне Агоры, или рынка, и находится дальше всего от Геркуланума, храма богини огня, покровительницы металлургии. Оно “по другую сторону”. В соответствии с этим классовым различием, мы знаем кое-что о греческой геометрии и философских учениях. Кто знает что-нибудь о греческой металлургии? И все же, может быть, боги говорят с нами своим особым образом. Из всех зданий, которые когда-то украшали афинскую Агору, лишь одно стоит там, где оно всегда было, не затронутое временем или перестройкой, — это храм богини металлургии. Здание Академии

разрушилось довольно давно, его восстановили частично на деньги, вырученные на металлургических заводах Питсбурга.

Даже новая наука, посвятившая себя эксперименту, на практике отдавала предпочтение теоретикам. Я уверен, например, что Роберт Бойль (1627-1691) – более известная научная фигура, чем Роберт Гук (1653-1703). Гук – экспериментатор, который также и теоретизировал, теперь почти забыт, в то время как Бойль – теоретик, который еще и экспериментировал, по-прежнему упоминается в учебниках средней школы.

У Бойля было спекулятивно-теоретическое видение мира как состоящего из маленьких упругих шариков или пружинок. Бойль представлял, как это тогда называлась, корпускулярную и механистическую философию. Его важные химические эксперименты помнят гораздо хуже, в то время как Гук имеет репутацию чистого экспериментатора, теоретические прозрения которого в основном игнорируются. Гук был куратором экспериментов при Королевском Обществе, у него был характер сварливого старика, легко вступавшего в конфликты, частично

из-за своего низкого положения как экспериментатора. И все же Гук определенно заслуживает места в пантеоне науки. Он соорудил прибор, с помощью которого Бойль изучал расширение воздуха (закон Бойля). Он открыл закон упругости, который он заставил работать, например, в пружинах, которые он сам делал для карманных часов (закон Гука). Его модель с пружинками между атомами была заимствована Ньютоном. Он был первым, кто построил совершенно новый отражающий телескоп, с помощью которого он открыл большинство новых звезд. Он первым понял, что

планета Юпитер вращается вокруг своей оси. Его работы с микроскопом были на самом высоком уровне, и ему мы обязаны словом “клетка”. Исследования по микроскопическим ископаемым превратили его в одного из самых первых сторонников эволюционной теории. Он понял, как использовать маятник для измерения силы тяжести. Он был одним из тех, кто открыл дифракцию света (свет заворачивает за углы, так что тени оказываются всегда смазанными. Более важно то, что в тени за предметом свет появляется в чередовании светлых и темных

полос). Гук использовал это открытие в качестве основы своей волновой теории света. Предположительно он установил закон притяжения, в котором притяжение обратно пропорционально квадрату расстояния, еще до Ньютона, хотя и не в такой совершенной форме. Этот список можно продолжить. Этот человек научил нас очень многому о том мире, в котором мы живем. То, что Гук известен лишь в узком кругу специалистов, частично объясняется большей склонностью ученых к теории, чем к эксперименту, а так же тем, что, в отличие от аристократа

Бойля, Гук был бедным самоучкой. Различие в соотношении теория/эксперимент моделируется здесь социальным положением.

Упомянутое преимущество относится не только к прошлому. Мой коллега Ч. В. Эверитт писал для “Словаря научных биографий” (Dictionary of Scientific Biography) о двух братьях. Оба внесли фундаментальный вклад в понимание сверхпроводимости. Фриц Лондон (1903-1953) был выдающимся специалистом в области теории физики низких температур. * Хайнц Лондон (1907-

1970) занимался физикой низких температур как экспериментатор, но внес также некоторый вклад в теорию. Вместе они составляли прекрасную группу. Тем не менее биография Фрица была принята в Словарь, а биография Хайнца была возвращена автору для сокращения. Редактор (им был Кун) проявил обычное предпочтение теории, а не эксперименту.

Индукция и дедукция

Что такое научный метод?
Совпадает ли он с
экспериментальным методом?
Вопрос поставлен неправильно.

Почему у науки должен существовать только один метод? Имеется несколько способов строить дома и даже выращивать помидоры. Мы не должны ожидать, что такая многосторонняя вещь, как рост знания может быть сведена к единственной методологии.

Начнем с двух известных методологий. Кажется, что они приписывают совершенно разные роли эксперименту. В качестве примера я приведу два утверждения, каждое из которых сделано одним из великих химиков прошлого века. Различие между ними все еще имеет место: это в точности то, что

разделяет Карнапа и Поппера. Как я сказал во Введении, Карнап пытался разработать логику индукции, в то время как Поппер настаивал на том, что не существует иного пути, кроме дедукции. Вот мое любимое утверждение об индуктивном методе:

“Основы химической философии — это наблюдение, эксперимент и аналогия. При наблюдении факты четко и постоянно запечатлеваются в разуме. Сходные факты связываются по аналогии. С помощью эксперимента открываются новые факты, и с ростом знания наблюдения,

направляемые аналогией, приводят к эксперименту. Так, аналогия, подтвержденная экспериментом, становится научной истиной.

Приведем пример. Нежные зеленые растительные волокна (*Conferva rivularis*) обитают летом почти во всех ручьях, речках, озерах и прудах, в различных сочетаниях света и тени. Всякий, кто будет их внимательно рассматривать, обнаружит пузырьки газа на тех нитях, которые находятся в тени. Он поймет, что данный эффект связан со светом. Это наблюдение, но оно не дает информации относительно природы газа. Перевернем стакан с

водой над водорослью. Газ начнет собираться в верхней части стакана. Когда стакан будет целиком наполнен газом, его можно, накрыв рукой, перевернуть в обычное положение и внести внутрь горящую свечу. Свеча станет гореть гораздо ярче, чем в обычном воздухе. Это эксперимент. Если рассуждают о явлениях и ставят вопрос о том, производят ли все пресноводные и морские растения такой газ при таких обстоятельствах, то спрашивающий будет руководствоваться аналогией. Когда после новых опытов будет установлено, что это имеет место

всегда, будет установлена общая научная истина о том, что все водоросли *Confervae* производят на свету особый газ, который в высшей степени способствует горению, о чем свидетельствуют многочисленные подробные исследования”.

Это слова, которыми Хэмфри Дэви (1778-1829) начинает свой учебник по химии “Элементы химической философии” (1812, pp.2-3). Дэви был один из наиболее способных химиков своего времени, его обычно вспоминают в связи изобретением им безопасной шахтерской лампы, которая спасла многих от страшной смерти. Его

вклад в науку относится к электролитическому химический анализу – методу, который позволил ему определить, какие из веществ являются элементами (как, например, хлор), а какие являются сложными веществами. Не все разделяли индуктивистский взгляд Дэви на науку. Вот слова Юстуса фон Либиха (1803-1873), великого первооткрывателя органической химии, который косвенным образом революционизировал сельское хозяйство, внедряя азотные удобрения.

“Во всех своих исследованиях Бэкон придавал огромное значение

экспериментам. Но он не полностью понимал их значение. Он считал, что они являются некоторыми механизмами, которые, будучи приведенными в движение, приносят результаты сами по себе. Но в науке все исследования дедуктивны или априорны. Эксперимент лишь помощь уму, так же как и вычисления: мысль должна всегда и с необходимостью предшествовать эксперименту, если он имеет какой-либо смысл. Эмпирического режима исследования в обычном смысле этого слова не существует. Эксперимент, не предваренный теорией, то есть мыслью, имеет

такое же отношение к научному исследованию, какое детская погремушка имеет к музыке”.

Насколько глубоко противостоят друг другу эти две цитаты? Либих говорит, что теория, то есть мысль, должна предшествовать эксперименту. Но это утверждение двусмысленно. У него есть слабая и сильная версии. Слабая версия утверждает, что у вас должны существовать некоторые идеи о природе и вашей экспериментальной установке до того, как вы начнете проводить эксперимент. Совершенно бессмысленное

экспериментирование с природой, без понимания или возможности интерпретировать результат, практически ничему не научит. Никто не оспаривает этой слабой версии. У Дэви определенно уже была некоторая идея, когда он проводил эксперименты с водорослями. Он подозревал, что пузырьки газа над зелеными нитями относятся к определенному типу газа. Первый вопрос, который стоило задать, относился к тому, поддерживает ли газ горение или нет. Дэви обнаруживает, что свеча в газе горит ярче (из чего он, наверное, делает вывод, что газ необычайно

богат кислородом?) Без такого, хотя бы минимального, понимания эксперимент не будет иметь смысла. Само по себе яркое горение свечи будет по меньшей мере бессмысленным наблюдением. Скорее всего никто этого даже и не заметит. Такие безыдейные эксперименты вообще не являются экспериментами.

Однако существует и сильная версия утверждения Либиха. Согласно ей, эксперимент имеет значение, только если речь идет о проверке предложенной теории. Только если, например, Дэви считает, что свеча потухнет (или

вспыхнет), эксперимент имеет какой-либо смысл как проверяемый. Я считаю, что это просто неверно. Можно проводить эксперимент просто из любопытства, для того чтобы увидеть, что произойдет. Естественно, что многие из наших экспериментов сделаны под влиянием более специфических предположений. Так, Дэви спрашивает, производят ли все водоросли одного вида, независимо от того, находятся ли они в пресной или соленой воде, газ, который он безошибочно определил как кислород. Он делает новые опыты,

которые приводят его к
“общенаучной истине”.

Я не интересуюсь тем,
совершает ли в самом деле здесь
Дэви индуктивный вывод, как сказал
бы Карнап, или он в конечном счете
неявно придерживается методологии
гипотез и опровержений Поппера.
Не следует забывать к тому же, что
собственный пример Дэви не
является, как он полагал, научной
истиной. Современная
классификация водорослей
утверждает, что *Confervae* даже не
является естественным типом! Не
существует такого рода или вида.

В основном я озабочен вопросом о сильной версии: должны ли обязательно ставиться цель проверки предположения, для того чтобы эксперимент был осмысленным? Я думаю, что нет. Конечно, даже слабая версия не бесспорна. Физик Джордж Дарвин говаривал, что иногда нужно ставить самые безумные эксперименты, например, в течение месяца по утрам играть на трубе тюльпанам. Скорее всего ничего не произойдет, но если что-либо произойдет, то это будет потрясающим открытием.

Что появляется первым, теория или эксперимент?

Мы не должны преуменьшать разрыв между поколениями Дэви и Либиха. Может быть, отношение между химической теорией и химическим экспериментом изменилось за пятьдесят лет, которые разделяют две приведенные выше цитаты. Во времена Дэви атомная теория Дальтона и других была только что установлена, а использование гипотетических моделей химических структур только начиналось. Ко времени Либиха больше нельзя было заниматься химией только путем разложения веществ с помощью электричества или определять газы путем

наблюдениям за тем, поддерживают ли они горение или нет. Только разум, который поддерживался теоретической моделью, мог начать решать загадки органических веществ.

Мы должны понять, что связь между теорией и экспериментом различна на разных стадиях развития науки, а также что не все естественные науки проходят через одни и те же циклы развития. Если подумать, это может показаться довольно очевидным, но все это слишком часто отрицалось, в частности, Карлом Поппером. Естественно, мы должны ожидать,

что Поппер был одним из наиболее откровенных среди тех, кто отдавал предпочтение теории перед экспериментом. Вот что он говорит в своей “Логике научного открытия”:

“Теоретик задает определенные вопросы экспериментатору, который посредством экспериментов пытается получить ясный и четкий ответ на эти, а не на какие-либо другие вопросы. Все другие вопросы он настойчиво пытается отклонить ... Было бы ошибкой полагать, что экспериментатор [... пытается] ‘облегчить задачу теоретика’ или ... снабдить теоретика материалом для индуктивных обобщений. Наоборот,

теоретик задолго до начала эксперимента должен сделать свою работу, или по крайней мере ее наиболее важную часть: он должен поставить вопрос самым ясным образом. Именно теоретик указывает путь экспериментатору. Но даже экспериментатор не вовлечен главным образом в точные наблюдения; его работа носит по преимуществу теоретический характер. Теория доминирует над экспериментальной работой, начиная с первоначального замысла и кончая последними лабораторными проверками” (p. 107).

Таково было мнение Поппера, высказанное им в издании 1934 года. В более расширенном издании 1959 года он добавляет в сноске, что он должен также поддержать “взгляд, согласно которому наблюдения, а в еще большей степени утверждения, касающиеся результатов наблюдений и экспериментов, всегда являются интерпретацией наблюдаемых фактов; что они являются интерпретациями в свете теорий.” Краткий начальный обзор различных отношений между теориями и экспериментами хорошо было бы начать с очевидных контрпримеров Попперу. Одними из них могут быть

наблюдения пузырьков воздуха на водорослях, которые проводил Дэви. Для него это не было “наблюдением в свете теории”, потому что вначале у Дэви вообще не было теории, а то, что свеча вспыхивает, не было интерпретацией [наблюдаемого]. Если бы он затем сказал “Ага, тогда это кислород”, то в таком случае он бы, конечно, интерпретировал. Но он этого не делал.

Заслуживающие внимания
наблюдения (Э)

Между 1600 и 1800 годами, на раннем этапе своего развития, оптика зависела от простого

наблюдения какого-либо поразительного явления. Может быть, наиболее плодотворным из них было открытие двойного лучепреломления в исландском шпате, или кальците. Эразм Бартолин (1625-1698) изучал некоторые кристаллы, привезенные из Исландии. Если поместить такой кристалл на страницу этого текста, то напечатанное будет двоиться. Всем известна простая рефракция, и к 1689 году, когда Бартолин сделал свое открытие, законы преломления света были хорошо известны, а очки, микроскоп и телескоп были общедоступны. Эти опыты сделали

исландский шпат замечательным с двух точек зрения. В настоящее время мы продолжаем поражаться и восхищаться этими кристаллами. Более того, восхищение вызывает физик того времени, который, зная законы преломления света, заметил, что помимо обычного отраженного луча, существует “необычный”, как он поныне и называется.

Исландский шпат играет фундаментальную роль в истории оптики, потому что на нем впервые был получен поляризованный свет. Гюйгенс понял это явление весьма расплывчато, сделав предположение, что необычный луч имеет скорее не

сферическую, а эллиптическую волну. Однако наше современное понимание возникло лишь тогда, когда была возрождена волновая теория света. Френель (1788-1827), основатель современной теории света, провел великолепное исследование, в ходе которого два луча оказались описанными одним уравнением, решение которого представляет собой двулистную поверхность четвертого порядка. Оказалось, что поляризация снова и снова приводит ко все более глубокому теоретическому пониманию природы света.

Имеется целая серия таких “замечательных” наблюдений. Гримальди (1613-1663), а затем Гук тщательно исследовали то, о чем физики смутно догадывались, — о том, что в тени непрозрачного тела имеется некоторая освещенность. Аккуратные наблюдения дали картину регулярных полос на краю тени. Это явление называется дифракцией, что первоначально означало “разделение на части” полосы света, падающего на тело. Наблюдения дифракции весьма примечательно предшествовали теории. Так же как и наблюдения дисперсии света Ньютоном, и

работы Гука и Ньютона по цветам тонких пластин. Эти наблюдения закономерным образом привели к обнаружению интерференционного явления, называемого кольцами Ньютона. Первое численное объяснение этого явления было дано Томасом Юнгом (1773-1829) лишь столетие спустя, в 1802 году.

Конечно же, Бартолин, Гримальди, Гук и Ньютон не были нерассуждающими эмпириками, не имевшими за душой “идеи”. Они видели то, что видели, потому что они были любознательными, въедливыми, рассуждающими людьми. Они пытались строить

теории. Но во всех этих случаях очевидно, что наблюдения предшествовали созданию теории.

Стимуляция теории (Э)

В более поздние периоды мы находим заслуживающие внимания наблюдения, которые стимулировали появление теории. Полковник наполеоновских инженерных войск, Э. Л. Малю (1775-1812), экспериментировал с исландским шпатом и заметил действие вечернего света, отражаемого от окон неподалеку от Люксембургского дворца. Свет проходил через кристалл, когда тот находился в

вертикальной плоскости, и не проходил через него, когда кристалл занимал горизонтальное положение. Аналогичным образом явление флюоресценции было впервые замечено Джоном Гершелем (1792-1871) в 1845 году, когда он обратил внимание на голубой свет, испускаемый раствором сульфата хины, когда тот определенным образом освещался.

По своей природе заслуживающие внимания наблюдения должны быть только началом исследования. Не следует ли в таком случае признать справедливым мнение, согласно

которому имеются начальные наблюдения, которые предшествуют теории, но все же согласиться с тем, что все преднамеренные наблюдения определяются теорией, как это утверждает Поппер? Я думаю, что не стоит. Возьмем, к примеру, Давида Брюстера (1781-1868), теперь забытого, но когда-то очень плодотворного экспериментатора. *

Брюстер был основной фигурой в экспериментальной оптике между 1810 и 1840 годами. Он определял законы отражения и преломления для поляризованного света. Он был способен вызывать двойное лучепреломление (то есть

поляризационные свойства) в телах под действием давления. Он открыл двусное двойное преломление и сделал первые фундаментальные шаги в открытии сложных законов металлического отражения. Теперь мы говорим о законах Френеля, законах синуса и тангенса для интенсивности отраженного поляризованного света, но Брюстер опубликовал их в 1818 году, за пять лет до того, как Френель описал их в рамках волновой теории. Работа Брюстера дала материал, на котором впоследствии основывались многие открытия в волновой теории. Но если можно говорить о его

теоретических взглядах, то он, скорее, был ньютонианцем и считал, что свет состоит из потоков корпускул. Брюстер вообще не проверял и не сравнивал теорий. Он пытался понять, как ведет себя свет.

Брюстер твердо придерживался “неправильной” теории, изучая на опыте явление, которое мы можем понять только с помощью “правильной” теории, той теории, которую он громогласно отвергал. Он не “интерпретировал” свои экспериментальные находки в свете неправильной теории. Он установил некие явления, которые любая теория в конце концов должна

описывать. Брюстер не был одинок в таком положении. Более поздний блестящий экспериментатор Р.У. Вуд (1868-1955) в промежутке между 1900 и 1930 годами внес фундаментальный вклад в квантовую оптику, сохраняя полную невинность по части знания квантовой механики и даже скептически относясь к ней.

Резонансная радиация, флюоресценция, поглощение спектров, спектры Рамана – все это требует понимания в терминах квантовой механики, но своим вкладом в науку Вуд обязан, так же как и Брюстер, не теории, а замечательной способностью

заставить природу вести себя по-новому.

Явления, не имеющие смысла

Я не настаиваю на том, что интересные наблюдения достаточны сами по себе. Множество явлений, вызывающих огромное интеллектуальное возбуждение, затем остается под сукном из-за того, что нельзя понять, что они означают, как они связаны с остальными явлениями, или как их можно использовать. В 1827 году ботаник Роберт Броун сообщил о неравномерном движении цветочной пыльцы, взвешенной воде. Это

броуновское движение наблюдалось другими исследователями уже 60 лет назад. Некоторые считали, что это движение – проявление жизненной активности самой пыльцы. Броун провел кропотливые исследования, но долгое время они ни к чему не приводили. Только в первом десятилетии нашего века одновременно несколькими экспериментаторами, такими как Ж.Б. Перрен, и теоретиками, в том числе Эйнштейном, была проделана работа, показавшая, что пыльца приводится в движение молекулами воды. Именно эти результаты в конечном счете изменили позицию

самых закоренелых скептиков в отношении теории газов.

Сходная история произошла с фотоэлектрическим эффектом. В 1839 году А.С. Беккерель заметил очень любопытную вещь. У него была маленькая электрическая батарея, то есть пара металлических пластин, погруженных в разбавленную кислоту. Освещение светом одной из пластин изменяло напряжение, создаваемое батареей. Это вызвало огромный интерес – приблизительно на два года. Были замечены и другие отдельные явления. Так, например, сопротивление металлического

селена уменьшалось просто при его освещении (1873). И на этот раз выяснение того, что при этом происходит, было отложено до Эйнштейна.

Открытые закономерности дали возможность сформулировать теорию фотона и разработать бесчисленные известные приложения, включая телевидение (фотоэлектрические ячейки преобразуют отраженный от предмета свет в электрические токи).

Таким образом, я не утверждаю, что экспериментальная работа может существовать независимо от теории. Это было бы

слепой работой тех, кого Бэкон насмешливо называл “просто эмпириками”. И все же остается справедливым то, что любой теории предшествует большое, поистине фундаментальное экспериментальное исследование.

Счастливые встречи

Некоторые фундаментальные экспериментальные исследования целиком порождаются теорией. Некоторые великие теории берут начало из дотеоретического эксперимента. Существуют теории, которые вянут из-за недостатка связи с реальным миром, также как

существуют экспериментальные явления, остающиеся неостребованными из-за отсутствия теории. Но есть и счастливые “семьи”, в которых теория и эксперимент, идущие с разных сторон, встречаются. Я приведу пример, в котором вера в правильность на самом деле ошибочного эксперимента приводит к прочно установленному факту, который неожиданно согласуется с теориями, относящимися к совершенно другой области.

В начальный период существования трансатлантического радио было очень много

атмосферных помех. Большое число источников помех было обнаружено, хотя и не все из них могли быть устранены. Некоторые из этих помех происходили от электрических бурь. Еще в 1930-х годах Карл Янски, работавший в Телефонной Лаборатории Белла, обнаружил “шипение”, исходящее из центра млечного пути. Таким образом, в космосе существовали источники радиоэнергии, которые накладывались на уже известные атмосферные помехи.

В 1965 году радиоастрономы Арно Пензиас и Р.У.Вильсон использовали для изучения этого

явления радиотелескоп. Они ожидали обнаружить источники энергии, и это им удалось. Продолжив тщательные исследования, они обнаружили небольшое количество энергии, которое представлялось равномерно распределенным в космосе. Создавалось впечатление, что в космосе все, что не является локализованным источником излучения, имеет температуру выше 4 градусов по Кельвину. Поскольку это представлялось мало осмысленным, они попытались найти систематическую ошибку измерительных приборов. Например,

Пензиас и Вильсон считали, что одним из источников излучения могут быть голуби, гнездящиеся на телескопе, и они потратили невероятно много времени в попытках избавиться от этих голубей. После того как они устранили все возможные источники помех, температура стала 3°K . Им не захотелось публиковать свои результаты, потому что заключение о совершенно равномерном фоне не имело смысла.

К счастью, как только они установили это, как казалось им, бессмысленное явление, группа теоретиков из Принстона

опубликовала препринт, в котором качественно показывалось, что если Вселенная произошла в результате Большого Взрыва, то температура космоса должна быть выше абсолютного нуля благодаря остаточной энергии взрыва. Более того, эта энергия должна обнаруживаться в форме радиосигналов. Экспериментальная работа Пензиаса и Вильсона прекрасно согласовывалась с тем, что в противном случае могло бы остаться чистым вымыслом. Пензиас и Вильсон показали, что температура Вселенной почти всюду выше трех градусов по Кельвину, и это есть

остаточная энергия творения. Это был первый результат, который заставил поверить в Большой Взрыв.

Иногда говорят, что в астрономии нет эксперимента; здесь мы можем только наблюдать. В самом деле, мы не можем проникать глубоко в отдаленные области космоса, но навыки, которые использовались Пензиасом и Вильсоном, совпадали с теми, которые использовались лабораторными экспериментаторами. Будем ли мы в свете этой истории утверждать вместе с Поппером, что в общем, “теоретик должен загодя сделать

свою работу или, по крайней мере, наиболее важную часть своей работы: он должен сформулировать свои вопросы самым четким образом. Таким образом, именно он показывает путь экспериментатору”? Или мы скажем, что хотя иногда теория предшествует эксперименту, некоторые эксперименты и некоторые наблюдения предшествуют теории и долгое время могут иметь свою собственную, независимую от теории жизнь? “Счастливая семья”, которую я только что описал, — это сочетание теории и умелого наблюдения. Пензиас и Вильсон — одни из

немногих физиков-экспериментаторов, получивших Нобелевскую премию. Они получили ее не за опровержение чего-либо, а за то, что исследовали Вселенную.

История, ориентированная на теорию

Может показаться, что я преувеличиваю, когда утверждаю, что история, ориентирующаяся на теорию, искажает наше восприятие эксперимента. На самом деле я об этом говорил еще слишком мало. Например, я поведал историю о трех градусах по Кельвину так, как она рассказывалась самими Пензиасом и

Вильсоном в их автобиографическом фильме “Три градуса”. Они проводили исследование и обнаружили равномерное фоновое излучение, не имея никакой теории. Но вот что происходит с этим же самым экспериментом, когда он становится “историей”:

“Теоретические астрономы предсказали, что если миллиарды лет назад произошел Большой Взрыв, то охлаждение должно происходить и в настоящее время. Охлаждение снизило исходную температуру, которая, видимо, достигала миллиардов градусов, до 3°K – трех градусов выше абсолютного нуля.

Радиоастрономы считали, что если они могут нацелить очень чувствительный прибор на чистое место на небе, то есть на область, которая представляется пустой, то можно будет определить, правы ли были теоретики или нет . (курсив – Я. Х.) Это было сделано в начале 1970-х годов. Два ученых из Телефонных Лабораторий Белла (т. е. оттуда же, где Карл Янски открыл космическое радиоизлучение) поймали радиосигналы из ‘пустого’ космоса. Выяснив все возможные источники этих сигналов, они так и не смогли определить причину сигнала, соответствующего

температуре 3° К . После первого эксперимента проводились и другие. Они всегда давали один и тот же результат – 3° К .

Космос не абсолютно холоден. По-видимому, температура Вселенной составляет 3° К . Это в точности та температура, которую должна иметь Вселенная, если она возникла 13 миллиардов лет назад в результате Большого Взрыва”.

Другим примером переписывания истории может служить история с мезонами и мюонами, описанная в главе 6. Две группы исследователей обнаружили

мюон, исследуя космические лучи с помощью пузырьковых камер и применяя формулу потери энергии Бете-Гайтлера. Теперешняя история говорит, что они будто бы искали “мезон” Юкавы и ошибочно полагали, что обнаружили его, хотя на самом деле они никогда не слышали о гипотезе Юкавы. Я не то чтобы хотел сказать, что компетентные историки науки представляют все в столь неверном свете. Я просто указываю на постоянный крен к теории в популярной истории науки и научном фольклоре.

Ампер – теоретик

Не следует думать, что в некоей новой науке эксперимент и наблюдение предшествуют теории, даже если позже теория и будет предшествовать наблюдению. А.-М. Ампер (1775-1836) – прекрасный пример того, как великий ученый начинает с теоретического основания. Первоначально он занимался химией и конструировал сложные модели атомов, которые он использовал для того, чтобы объяснять и развивать экспериментальные исследования. Эти занятия не увенчались особенным успехом, хотя Ампер и был среди тех, кто около 1815 года

независимо пришел к тому, что мы теперь называем законом Авогадро: одинаковые объемы газа при одинаковой температуре и давлении содержат одинаковое количество молекул независимо от типа газа. Как я уже замечал в главе 7, Ампер восхищался Кантом и настаивал на том, что теоретическая наука — это изучение ноуменов, лежащих в основе феноменов, явлений. Мы образуем теории о вещах самих по себе, то есть ноуменах, и тем самым способны объяснить феномены. Это не совсем то, что подразумевал Кант, но в данном случае это не важно. Час Ампера как теоретика пробил 11

сентября 1820 года. Он присутствовал при том, как Эрстед демонстрировал отклонение стрелки компаса электрическим током. Начиная с 20 сентября, Ампер в своих еженедельных лекциях излагал основы теории электромагнетизма. Он писал их по мере продвижения исследований.

Такова, по крайней мере, история. Ч. В. Ф. Эверитт указывает на то, что здесь должно быть нечто большее и что Ампер, не имея своей собственной посткантовской методологии, написал свою работу, чтобы как-то соответствовать методологии Канта. Великий

теоретик и экспериментатор в области электромагнетизма Джеймс Клерк Максвелл провел сравнение Ампера и Майкла Фарадея, ученика Хэмфри Дэви, воздавая хвалу как “индуктивисту” Фарадею, так и “дедуктивисту” Амперу. Он описывает исследования Ампера как “одно из самых замечательных достижений в науке, ...совершенных по форме, неопровержимых по точности..., заключенных в формулу, из которой могут быть выведены все явления”. Но затем говорит, что в то время как работы Фарадея ясно показывали работу ума, —

“мы вряд ли можем поверить в то, что Ампер в самом деле обнаружил закон действия с помощью экспериментов, которые он описывал. Мы вынуждены подозревать, что на самом деле он открыл закон путем некоторого размышления, которое он нам не демонстрирует, и что построив прекрасное доказательство, он устраняет даже следы тех лесов, с помощью которых он воздвиг это здание.”

В своей “Структуре научного вывода” Мэри Хессе замечает (pp. 201f, 262), что Максвелл называет Ампера Ньютоном электричества.

Это наводит на мысль о другой традиции относительно природы индукции, которая восходит к Ньютону: он говорит о дедукции из феноменов, которая по сути является индуктивным процессом. Из явлений мы выводим высказывания, которые описывают явления в общем виде, а затем становимся способными, по размышлении, создать новые явления, о которых раньше и не думали. В любом случае, таковы были действия Ампера. Каждую свою лекцию он начинал с демонстрации аудитории некоего явления. Очень часто эксперимент, который создавал явление,

придумывался лишь после
предыдущей лекции.

Изобретение (Э)

Вопрос, поставленный в терминах теории и эксперимента, уводит в неправильную сторону, потому что он рассматривает теории как один, достаточно однородный тип вещей, а эксперимент – как явление другого типа. Я обращусь к разнообразию теорий в главе 12. Мы уже видели разнообразие типов экспериментов, но существуют и другие релевантные категории, среди которых одной из самых важных является изобретение. История

термодинамики — это история практического изобретения, которое постепенно приводит к теоретическому анализу. Один из путей к новой технологии — это разработка теории и эксперимента, которые затем применяются к практическим проблемам. Но есть и другой путь, на котором изобретения идут своим ходом, а теория создается попутно. Наиболее очевидный и лучший пример — паровой двигатель.

Можно отметить три фазы изобретения парового двигателя и несколько экспериментальных концептов, использовавшихся при этом. Этими изобретениями

являются атмосферный двигатель Ньюкомена (1709-1715), конденсирующий двигатель Уатта (1767-1784) и двигатель высокого давления Тревитика (1798). В основе половины разработок, следовавших за исходным изобретением Ньюкомена, лежало понятие “производительности” двигателя, что означало число футофунтов воды, которое закачивалось на бушель угля. Кому принадлежала идея этой единицы, теперь не известно. Наверное, этот человек не вошел в историю науки, это, скорее, какой-нибудь прижимистый владелец шахты на Корнуэлле, который

замечал, что некоторые двигатели работали более эффективно, чем другие, и не мог допустить того, чтобы на соседней шахте была большая норма выработки. Вначале успех ньюкоменского двигателя был не очень явным, поскольку лишь на глубоких шахтах достигалось существенное преимущество перед лошадиным приводом. После семнадцати лет проб и ошибок Уатт создал двигатель с производительностью по крайней мере в четыре раза выше, чем у лучшего ньюкоменского двигателя. (Представьте себе обычный автомобиль, обладающий той же

мощностью, но расходующий литр бензина не на десять километров, а на сорок).

Уатт первым ввел отдельный холодильник, затем сделал двигатель двойного действия, то есть позволил пару входить с одной стороны цилиндра, создавая вакуум с другой стороны. Наконец, в 1782 году Уатт ввел принцип расширительного действия, разделяя поток пара в цилиндре в начале его течения так, что он начинает расширяться остальную часть цикла под своим собственным давлением. Расширительное действие означает некоторую потерю в мощности, но

выигрыш в “производительности”. Из всех этих идей самой полезной была идея расширительного действия. С практической стороны очень помогла индикаторная диаграмма, изобретенная около 1790 года помощником Уатта Джеймсом Саузерном. Индикатор был самопишущим устройством, который можно было присоединять к двигателю, для того чтобы отмечать давление в цилиндре в зависимости от объема пара, поступающего за данный такт: площадь под такой кривой была мерой работы, проделанной за данный такт. Индикатор использовали для того,

чтобы максимально эффективно настроить двигатель. Эта самая диаграмма стала частью цикла Карно в теоретической термодинамике.

Большим достижением Тревитика, первоначально имевшем больше отношения к его решительности, чем к теории, было продолжение конструирования двигателей, работавших под большим давлением, хотя это и увеличивало опасность взрыва. Первый аргумент в пользу работы с большим давлением — это компактность: можно получить большую мощность от двигателя того же размера. В 1799 году Тревитик построил первый

успешный локомотивный двигатель. Вскоре был достигнут другой результат. Если двигатель высокого давления работал с расширением и ранним отсечением части пара, его производительность становилась выше (в конечном счете намного выше), чем у лучших двигателей Уатта. Потребовался гений Сади Карно (1796-1832) для того, чтобы понять это явление и увидеть, что преимущество двигателя высокого давления состоит не только в давлении, но и в росте точки кипения воды, находящейся под давлением. Эффективность двигателя зависит не от разницы

давлений, а от разницы температур пара, входящего в цилиндр, и расширившегося пара, выходящего из цилиндра. Так на свет появился цикл Карно, понятие термодинамической эффективности и, наконец, когда идеи Карно соединились с принципом сохранения энергии, — сама наука термодинамика.

Что же означает “термодинамика”? Эта наука имеет дело не только с потоками тепла, которые могли бы быть названы его динамикой, но и тем, что могло бы быть названо термостатическими явлениями. Может быть, название неправильное? Нет, Кельвин

придумал слово
“термодинамический двигатель” в
1850-м году для обозначения любой
машины, сходной с паровым
двигателем или идеальным
двигателем Карно. Эти двигатели
были названы динамическими,
потому что они преобразуют тепло в
работу. Так, само слово
“термодинамика” напоминает нам,
что эта наука возникла из глубокого
анализа известной
последовательности изобретений.
Развитие этой технологии включало
бесконечные “эксперименты”, но не
в попперовском смысле
экспериментов по проверке теории

или индукции в смысле Дэви. Эксперименты были изобретательными попытками улучшить технологию, которая лежит в центре промышленной революции.

Множественность экспериментальных законов, ожидающих своей теории (Э)

“Теория свойств металлов и сплавов” (1936) — это обычный учебник, составители которого — известные авторы Н. Ф. Мотт и Х. Джонс среди прочих вещей обсуждают проводимость электричества и тепла в различных металлических веществах. Что

должна объяснять хорошая теория этого предмета? Мотт и Джонс говорят, что теория металлической проводимости кроме прочего должна объяснять следующие экспериментальные результаты:

(1) Закон Видеманна-Франца, который устанавливает, что отношение тепловой проводимости к электрической равно LT , где T – абсолютная температура, а L – константа, одинаковая для всех металлов.

(2) Абсолютное значение электрической проводимости чистого металла и его зависимость

от места металла в периодической таблице, например, большая проводимость одновалентных металлов и малая проводимость переходных металлов.

(3) Относительно высокий рост сопротивления, вызываемый небольшими нарушениями чистоты раствора, и правило Матиссена, которое устанавливает, что изменение в сопротивлении из-за малого количества постороннего металла в твердом растворе не зависит от температуры.

(4) Зависимость сопротивления от температуры и давления.

(5)

Возникновение

сверхпроводимости.

Мотт и Джонс продолжают, заявляя, что “за исключением пункта (5), теория проводимости, основанная на квантовой механике, дала по крайней мере качественное представление всех указанных результатов” (р. 27). (Квантовомеханическое понимание сверхпроводимости было окончательно достигнуто в 1957 году).

Экспериментальные результаты из этого списка были установлены задолго до того, как возникла теория,

которая свела их воедино. Закон Видеманна-Франца (1) был открыт в 1853 году, правило Матиссена (3) – в 1862 году, связь между проводимостью и положением в периодической системе (2) – в 1890 году и сверхпроводимость (5) – в 1911 году. Данные были известны давно, не хватало связывающей их теории. Различие между этим случаем и случаями с оптикой и термодинамикой заключается в том, что здесь теория не появляется непосредственно из данных. Она следует из более общего понимания атомной структуры. Квантовая механика была в данном случае

одновременно и стимулом и решением. Никто не мог доказать, что организация феноменологических законов в рамках общей теории — предмет лишь индукции, аналогии или обобщения. Теория в конечном счете имеет решающее значение для знания, его роста и применений. Сказав это, не будем делать вид, что различные феноменологические законы физики твердого тела нуждались в теории — какой-нибудь теории — до того, как о них узнали. Экспериментирование имеет много собственных жизней, независимых от теории.

Слишком много примеров?

После этого бэконинанского изобилия примеров относительно множества различных связей между экспериментом и теорией читателю может показаться, что какое-либо обобщающее заключение вообще не может быть сделано. Это уже достижение, потому что, как показывают цитаты из Дэви и Либиха, односторонний взгляд на эксперимент определенно неправилен. Давайте перейдем к какому-либо положительному финалу. Что такое наблюдение? Разве мы видим реальность в микроскоп? Существуют ли решающие

эксперименты? Зачем люди с одержимостью измеряют некоторые величины, чье значение, вычисленное по крайней мере до третьего знака, не представляет никакого внутреннего интереса для теории или технологии? Есть ли что-либо в природе экспериментирования, что превращает экспериментаторов в научных реалистов? Начнем с начала. Что такое наблюдение? Заряжено ли теорией каждое научное наблюдение?

10. НАБЛЮДЕНИЕ

Общеизвестные факты о наблюдении искажены двумя модными философскими установками. Одна из них – это мода на то, что Куайн называет семантическим восхождением (не говорите о вещах, говорите о том, как говорить о вещах). Другая – это утверждение о доминировании теории над экспериментом. Согласно первой установке, нужно думать не о наблюдении, а о предложениях о наблюдении – словах, используемых для отчета о наблюдениях. Согласно второй, каждое предложение наблюдения нагружено теорией и нет наблюдения, предшествующего

теории. Значит, мне лучше начать с некоторых нетеоретических лингвистических тривиальностей.

1. Наблюдение как первичный источник данных, всегда было частью естественной науки, но не только это имеет значение. Здесь я ссылаюсь на философское понимание наблюдения, т. е. на представление о том, что жизнь экспериментатора заключается в том, чтобы делать наблюдения, которые обеспечивают данные для проверки теории, или данные, на которых теория строится. На самом деле, этот вид наблюдения играет относительно малую роль в большинстве

экспериментов. Некоторые великие экспериментаторы были плохими наблюдателями. Очень часто экспериментальная задача, а также проверка на одаренность и даже гениальность экспериментатора в меньшей степени связаны с наблюдениями и отчетами, чем с тем, удастся ли получить некоторые приборы для надежного воспроизведения явления.

2. Существует более важный и менее заметный вид наблюдения, который очень существен для тонких экспериментов. Хорошим экспериментатором часто является тот, который видит оказывающиеся

впоследствии важными деталями или неожиданными результатами, выдаваемые тем или иным элементом оборудования. Вы не заставите работать прибор до тех пор, пока вы не наблюдатель. Иногда именно настойчивое внимание к странности, которая могла остаться не замеченной более плохим экспериментатором, является тем, что приводит к новому знанию. Но это понимание наблюдения в меньшей мере относится к философскому истолкованию наблюдения как-отчета-о-том-что-некто-видит, чем к тому смыслу слова, которое мы используем, когда

называем одного человека наблюдательным, а другого нет.

3. Заслуживающие внимание наблюдения, такие как описанные в предыдущей главе, иногда были существенны для начала исследования, но они редко подчиняли себе более позднюю работу. Эксперимент вытесняет наблюдения.

4. Наблюдение – это искусство. Некоторым людям оно дается лучше, чем другим. Часто можно улучшить мастерство экспериментатора тренировкой и практикой.

5. Существуют многочисленные различия между наблюдением и теорией. Философская идея чистого “утверждения наблюдения” критиковалась на основании того, что все утверждения нагружены теорией. Это неверно. Существует множество дотеоретических утверждений о наблюдении, но они редко появляются в анналах науки.

6. Хотя и существует представление о “видении невооруженным глазом”, ученые редко ограничивают этим свое наблюдение. Обычно мы наблюдаем объекты или явления с помощью приборов. Вещи, которые “видны” в

науке двадцатого века, редко можно наблюдать лишь с помощью невооруженных приборами органов чувств.

Наблюдения были переоценены

Большая часть дискуссий, касающаяся наблюдений, утверждений о наблюдениях и наблюдаемости, обязана нашему позитивистскому наследию. До позитивизма наблюдение не играло центральной роли в философии науки. Фрэнсиса Бэкона считают одним из первых философов индуктивных наук, и можно было бы ожидать, что он посвятил большую

часть своих исследований вопросу о наблюдениях. На самом деле, он, кажется, вообще не употреблял этого слова. Позитивизм еще не начинался.

Слово “наблюдение” было в ходу в английском языке во времена Бэкона и применялось по преимуществу к измерению высот небесных тел, таких как Солнце. Следовательно, с самого начала наблюдение было связано с использованием инструментов. Бэкон использует более общий термин, который часто переводится странным словосочетанием “преимущественные примеры” (prerogative instances). В 1620 году он

перечислил 27 различных видов этих примеров, в том числе то, что мы теперь называем решающими экспериментами, которые он называл решающими (критическими) примерами (crucial instances) или, более правильно, примерами распутий (креста) – (instances of the crossroads, instantiae crucis). Некоторые из 27 типов примеров Бэкона – это дотеоретические, достойные внимания наблюдения. Другие мотивированы желанием проверить теорию. Часть из них получается с помощью приборов, которые “помогают непосредственному действию

чувств”. Это не только микроскопы и телескоп Галилея, но также и “измерительные стержни, астролябии и тому подобное, что не усиливает зрение, но очищает и направляет его”. Бэкон продолжает “вызывать к жизни” (evoke) приборы, которые “сводят нечувственное к чувственному, то есть дают проявиться вещам, которые не являются непосредственно ощутимыми, посредством тех, которые являются” (Новый Органон, *Novum Organum*, Secs. xxi-lii).

Таким образом, Бэкон знает различие между тем, что непосредственно ощущается, и теми

невидимыми событиями, которые могут быть только “вызваны к жизни”. Для Бэкона это различие столь же очевидно, сколь и несущественно. Факты свидетельствуют о том, что это различие стало действительно значимым лишь после 1800 года, когда само понятие “вú дения” претерпело некое изменение. После 1800 года видеть стало означать видеть непрозрачную поверхность вещей, и стало полагаться, что все знания получаются таким способом. Это начальная точка как для позитивизма, так и для феноменологии. Нас интересует

здесь только позитивизм. Ему мы обязаны необходимостью четко различать между выводом и видением невооруженным глазом (или ощущением с помощью других невооруженных приборами органов чувств).

Позитивистское наблюдение

Вспомним, что позитивист выступает против причин, против объяснений, против теоретических объектов и против метафизики. Реальное ограничивается наблюдаемым. Твердо держась за наблюдаемую реальность,

ПОЗИТИВИСТ МОЖЕТ ДЕЛАТЬ ВСЕ, ЧТО ОН ХОЧЕТ, СО ВСЕМ ОСТАЛЬНЫМ.

То, что он хочет делать с остальным, меняется от случая к случаю. Логическому позитивисту нравилась идея использования логики для “сведе ния” теоретических утверждений к предложениям наблюдения, в результате чего теория становится просто сокращенной записью фактов и организацией мыслей о наблюдаемом. По одной версии это должно привести к нерешительно-слабому научному реализму: теории могут быть истинными, а объекты, которые в них участвуют, могут

существовать, пока такое понимание не становится слишком буквальным.

По другой версии логической редукции анализ может показать, что термины, отсылающие к теоретическим объектам, не обладают логической структурой референтных термов. Поскольку они не референтные, они ни к чему не отсылают, и теоретические объекты не являются реальными. Такое использование редукции приводит к довольно сильному антиреализму. Но поскольку никому еще не удалось осуществить логическую редукцию какой-либо интересной

естественной науки, такие вопросы остаются беспредметными.

Тогда позитивист меняет курс. Он может сказать вместе с Контом или ван Фраассеном, что теоретические утверждения должны пониматься буквально, но им не нужно верить. Как заявляет ван Фраассен в “Научном образе”, “Когда ученый выдвигает новую теорию, реалист считает, что тот утверждает постулат (его истинность). Антиреалист считает, что ученый лишь демонстрирует эту теорию, выставляет ее на всеобщее обсуждение и выдвигает некоторые аргументы в ее пользу” (р. 27).

Согласно этой точке зрения, теория может быть принята, потому что она описывает явления и помогает в предсказании. Она может быть принята благодаря своей практической ценности без того, чтобы ее считали буквально истинной.

Такие позитивисты, как Конт, Мах, Карнап или ван Фраассен разными способами утверждают, что существует различие между теорией и наблюдением. Так они сохраняют науку от разрушительного действия метафизики.

Отрицание различия

Когда различие между наблюдением и теорией было сделано столь значительным, оно с необходимостью должно было быть отвергнуто. Для отрицания есть два основания. Одно из них консервативно и реалистично по своей направленности. Другое – радикальное, более романтическое и часто склоняющееся к идеализму. Около 1960 года последовали бурные проявления обоих оснований.

Гровер Максвелл служит примером откликов реалистов. В своей статье 1962 года он говорит о нечеткости различия между наблюдаемым и чисто

теоретическим. Это различие часто зависит больше от технологии, чем от чего-либо в самом строении мира. Это различие, как он продолжает, не очень важно для естественных наук. Мы не можем использовать его для того, чтобы утверждать, что никакие теоретические объекты не существуют.

В частности, Максвелл говорит, что существует некая непрерывность процесса видения. Оно начинается с видения сквозь вакуум. Затем приходит видение сквозь атмосферу, а после – через световой микроскоп. В настоящее время видение может осуществляться через сканирующий

электронный микроскоп. Такие объекты, как гены, которые были когда-то чисто теоретическими объектами, преобразуются в наблюдаемые объекты. Теперь мы видим большие молекулы. Следовательно, наблюдаемость не является хорошим критерием для разделения объектов науки на реальные и нереальные.

Поднятый Максвеллом вопрос не является исчерпанным. Мы должны с бóльшим вниманием рассмотреть те технологии, которые он берет за основу. Я попытаюсь заняться этим в следующей главе, посвященной микроскопам. Я

согласен с позицией Максвелла, понижающей роль наблюдаемости как основы онтологии. В одной статье, которую я буду обсуждать в этой главе, Дэдли Шейпир делает дальнейший шаг, заявляя, что физики обычно говорят о наблюдении и даже в дении с использованием приборов, в которых ни глаз, ни другой орган чувств не может вообще играть какую-то существенную роль. В его примере речь идет о попытке наблюдения внутреннего строения Солнца с использованием нейтрино, излучаемых в солнечных термоядерных процессах. То, что считается наблюдением, говорит

Шейпир, само зависит от существующей теории. Я вернусь к этой теме, но вначале мы должны рассмотреть более смелый, тяготеющий к идеализму отказ от различения между теорией и наблюдением. Максвелл говорил, что наблюдаемость объектов не имеет ничего общего с их онтологическим статусом. В то же время другие философы говорили, что нет чистых утверждений наблюдения, потому что все наблюдения нагружены теорией. Я называю это склонностью к идеализму, поскольку содержание самых шатких научных высказываний, определяемых тем,

как мы думаем, ставится здесь выше независимой от ума реальности. Мы можем представить эти различия с помощью следующей диаграммы:

Консервативный
(реалистический) отклик:

нет существенного различия
между

наблюдаемыми и
ненаблюдаемыми объектами

Позитивизм: (четкое
различие между
теорией и наблюдением)

Радикальный
(идеалистический) отклик:

все утверждения о наблюдениях
нагружены теорией

Теоретически нагруженные

В 1959 году в замечательной книге “Образцы открытий” Н. Р. Хэнсон пустил в ход словечко “теоретически нагруженный”. Идея заключалась в том, что любой термин и любое предложение, относящиеся к наблюдению, несут теоретическую нагрузку.

Один языковой факт имеет тенденцию доминировать в тех частях книги Хэнсона, в которых появляется слово “теоретически нагруженный”. Нам напоминают о том, что существуют весьма тонкие лингвистические правила даже относительно самых простых слов, например, глагола “ранить” и существительного “ранение”. Только некоторые порезы, повреждения и т. д. в совершенно особых ситуациях называются ранениями. Если хирург характеризует глубокий порез ноги как ранение, то это подразумевает, что человек получил повреждение в драке или сражении. Такие

импликации возникают все время, но, на мой взгляд, их не стоит называть теоретическими допущениями. Эта часть учения о теоретической нагруженности является важным утверждением относительно обыденного языка, которое невозможно обойти. Но из него ни в коем случае не следует, что все отчеты о наблюдении должны нести заряд научной теории.

Хэнсон также указывает, что мы склонны замечать вещи, только если у нас есть какие-то ожидания, часто теоретического сорта, которые сделают их интересными или, по крайней мере, придадут им какой-то

смысл. Хотя это и так, но это не совпадает с учением о теоретической нагруженности. Вскоре мы обратимся к этому положению, но сперва я выскажу более сомнительные утверждения.

Лакатош о наблюдении

Лакатош, например, говорит, что простейший вид фальсификационизма — тот, который мы часто приписываем Попперу, непригоден, поскольку он принимает за само собой разумеющееся различие между теорией и наблюдением. У нас нет, полагает Лакатош, таких простых правил

оценок теорий. Лакатош говорит, что это мнение Поппера основано на двух ложных предпосылках. Первая заключается в предположении, что существует психологическое разграничение между теоретическими предложениями и предложениями наблюдения. Вторая сводится к утверждению, что предложения наблюдения могут быть доказаны с помощью фактов. Последние пятнадцать лет над этими предположениями смеялись, но у нас должны быть аргументы для такой иронии. Аргументы Лакатоша пугают своей поверхностностью и недействительностью. Он говорит, что

“некоторые характерные примеры уже подорвали первое предположение”. И в самом деле, он приводит один пример, о том, что Галилей использует телескоп для того, чтобы видеть пятна на Солнце, то есть осуществляет видение, которое не может быть чистым наблюдением. По-видимому, он считает, что это наблюдение будет опровергать или даже подрывать различие между теорией и наблюдением.

Что касается следующего положения о том, что можно просто посмотреть и увидеть, является ли истинным предположение наблюдения,

то Лакатош подчеркивает, что “ни одно фактическое предложение не может быть доказано экспериментально,...опытное доказательство утверждений невозможно. Это одно из основных положений элементарной логики, но такое, которое понимается относительно небольшим количеством людей даже сейчас” (I, р. 16). Такое сомнительное понимание слова “доказать” особенно обескураживает, когда исходит из под пера автора, от которого я узнал о нескольких смыслах глагола “доказать”: то, что этот глагол буквально означает

“проверять” (“чтобы узнать, каков пудинг, надо его попробовать (проверить)”; “сверять” (текст после набора), а также то, что такие проверки часто ведут к установлению фактов (пудинг непропечен, в тексте полно опечаток).

О том, что содержит теоретические предпосылки

В очерках Пола Фейерабенда, которые писались в то же время, что и работа Хэнсона, также прикинулось различие между теорией и наблюдением. С тех пор Фейерабенд оставил философскую

одержимость языком и значениями. Он даже отверг само словосочетание “теоретически нагруженный”, хотя это произошло и не потому, что он считал, что что-либо, произносимое нами, может не зависеть от теории. Совсем наоборот, он говорит, что называть предложения нагруженными теорией значит предположить существование некоего грузовика с наблюдениями, на который грузится теоретическая компонента. Но такого грузовика не существует — теория содержится всюду.

В своей знаменитой книге “Против метода” (1977) Фейерабенд

говорит о том, что нет причины для
разделения теории и наблюдения.
Любопытно, что несмотря на
провозглашаемый им отказ от
лингвистических обсуждений, он все
же говорит так, как будто различие
теория/наблюдение является
различием в предложениях. Он
предполагает, что это относится
лишь к очевидным и менее
очевидным предложениям, или к
длинным и менее длинным
предложениям. “Никто не будет
отрицать, что такое различие
может быть проведено, но никто не
придает ему большого значения,
поскольку оно не играет большой

роли в научной деятельности” (р. 168). Мы также читаем у Фейерабенда о том, что выглядит в полной мере как учение о “теоретической нагруженности”: “отчеты о наблюдении, результаты экспериментов, “предложения о фактах” либо содержат теоретические предпосылки, либо утверждают их тем способом, которым они используются”. (р. 31). Я не согласен с тем, что здесь говорится, но прежде чем объяснить почему, я хотел бы отвергнуть нечто, предполагаемое такого рода замечаниями. Такие замечания создают представление, будто

экспериментальные результаты
составляют все, что имеет значение
для эксперимента, и что
экспериментальные результаты
устанавливаются и даже образуются
отчетами о наблюдениях или
“утверждениями о фактах”. Я буду
настаивать на трюизме, согласно
которому эксперимент не просто
утверждает нечто или докладывает о
чем-то. Эксперимент – это действие,
а не слова.

Утверждения, записи,
результаты

Наблюдения и эксперимент –
не одно и то же и даже не

противоположные полюсы гладкого континуума. Очевидно, что многие интересные наблюдения не имеют ничего общего с экспериментом. Книга “Введение в экспериментальную медицину” Клода Бернара (1865) – классическая попытка различения понятий эксперимента и наблюдения. Он проверяет свою классификацию с помощью множества сложных примеров из медицины, где наблюдение и эксперимент смешались в одно. Доктору Бошаму во время англо-американской войны 1812 года на протяжении длительного времени удалось

наблюдать работу пищеварительного тракта человека со страшными кишечными ранениями. Было ли это экспериментом или лишь последовательностью очень важных наблюдений в уникальных обстоятельствах? Я не хотел бы заниматься такими вопросами, вместо этого я хотел бы обратить внимание на нечто более заметное в физике, чем в медицине.

Эксперимент Майкельсона-Морли имеет то преимущество, что его хорошо знают. Он знаменит, потому что задним числом многие историки считают, что он целиком отвергает теорию электромагнитного

эфира и в свое время послужил предвестником теории относительности Эйнштейна. Основной отчет, опубликованный в 1887 году, занимает 12 страниц. Наблюдения проводились на протяжении нескольких часов 8, 9, 11 и 12 июля. Результаты эксперимента потрясающе противоречивы. Майкельсон считал, что основной результат заключается в опровержении гипотезы о движении Земли по отношению к эфиру. Как я покажу в главе 15, он также считал, что эксперимент подорвал теорию, которую использовали для объяснения

различий между действительным и видимым положением звезд. В любом случае эксперимент продолжался больше года. Этот процесс включал изготовление и переделку аппаратуры, приведение ее в рабочее состояние и, конечно же, получение любопытных фактов во время работы установки. Стало общим местом использовать ярлык “Эксперимент Майкельсона-Морли” для обозначения прерывистой последовательности работ, начавшейся с успеха Майкельсона в 1881 году (или даже с более ранних неудач) и закончившейся работами Миллера 1920-х годов. Можно

сказать, что эксперимент продолжался полстолетия, в то время как наблюдения продолжались, может быть, полтора дня. Более того, основной результат эксперимента, хотя он и не является экспериментальным результатом, — это радикальное преобразование возможностей измерения. Майкельсон получил Нобелевскую премию за это, а не за вклад в теорию эфира.

Короче говоря, “фактические утверждения, отчеты о наблюдениях и экспериментальные результаты” Фейерабенда — вещи разных порядков. Свалив их в кучу, мы

практически потеряем возможность заметить что-либо происходящее в экспериментальной науке. В частности, они не имеют ничего общего с различием длинных и коротких предложений того же Фейерабенда.

Наблюдение без теории

Фейерабенд говорит, что отчеты о наблюдении и тому подобное всегда содержат или утверждают некоторые теоретические предпосылки. Это утверждение вряд ли стоит обсуждения, поскольку оно очевидно ложно, пока словам не будет придан

особый смысл, после чего утверждение станет истинным и одновременно тривиальным.

Большая часть словесной игры возникает из-за слова “теория”, слова, которое лучше всего подходит для довольно определенного стиля рассуждений или высказываний с определенным смыслом. К сожалению, в указанной цитате Фейерабенд использовал слово “теория” для обозначения всякого рода неоформившихся, неявных или предполагаемых знаний. Попробуем представить не наносящую урона содержанию выжимку его слов о

некоторых якобы существующих привычках и убеждениях:

“Наша привычка говорить о том, что стол коричневый, когда мы видим его при нормальных обстоятельствах, или говорить, что стол кажется коричневым, когда его рассматривают при других обстоятельствах.., наше знание того, что некоторые чувственные впечатления... правдивы, а другие нет.., что среда между нами и объектом не искажает.., что физический объект, который устанавливает контакт, несет истинную картину...”

Предполагается, что все это — теоретические предпосылки, лежащие в основе наших обычных наблюдений, и что “материал, который находится в распоряжении ученого, его самые тонкие теории и самые изощренные методы, структурированы совершенно тем же образом”.

Если воспринимать эти слова буквально, то они могут показаться, мягко говоря, довольно опрометчивыми. Например, что такое “Наша привычка говорить о том, что стол коричневый, когда мы видим его при нормальных условиях”? Я сомневаюсь в том, что

когда-либо в моей жизни я произносил фразу “стол коричневый” или “кажется, что стол коричневый”. У меня определенно нет привычки произносить первую из этих фраз, когда я вижу стол при хорошем освещении. Я лишь однажды видел одного человека, помешанного француза, который постоянно повторял фразу “Это дерьмо” всякий раз когда видел экскременты в нормальных условиях при хорошем освещении, например, когда мы с ним удобряли поле навозом. Но я не буду приписывать несчастному безумцу какое-либо предположение из перечисленных

Фейерабендом. Фейерабенд показал нам, как не надо говорить о наблюдениях, речи, теории, привычках или отчетах.

Конечно, у нас есть все виды предрассудков, мнений, рабочих гипотез и привычек, когда мы что-либо говорим. Мы выражаем некоторые из них. Часть из них выводится из контекста. Другие могут быть приписаны говорящему внимательным исследователем человеческого разума. Некоторые предложения, которые могут быть гипотезами или предположениями в одном контексте, не являются таковыми в контексте бытовой

рутины. Так, я могу предположить, что воздух между мной и страницей книги не искажает формы слов, которые я вижу и, может быть, я способен исследовать это предположение. (Как?) Но когда я читаю вслух или делаю исправления на этой странице, я просто взаимодействую с чем-либо, представляющим для меня интерес, и неправильно говорить в данном случае о каких-либо теоретических предпосылках. У меня нет даже отдаленной идеи о теории неискажения изображения воздушной средой. Конечно, если вы хотите называть всякое мнение,

предзнание, и знание, которое будет изобретено, теорией, то можете поступать и так. Но тогда заявление о теоретической нагруженности ничего не стоит.

В истории науки были важные наблюдения, которые вообще не имели теоретических предпосылок. Заключение предыдущей главы дает тому множество примеров. Сейчас мы приведем другой пример, относящийся к более позднему времени. В этом примере мы можем установить чистое предложение наблюдения.

Гершель и тепло излучения

Уильям Гершель был искусным и ненасытным исследователем полночного неба, человеком, который соорудил самый большой в свое время телескоп и необычайно расширил наш небесный каталог. Я расскажу о случайном событии 1800 года, когда Гершелю был 61 год. Это был год, когда, как мы теперь говорим, он обнаружил тепловое излучение. Он проделал около 200 экспериментов и опубликовал четыре больших статьи по этому вопросу, из которых последняя достигала сотни страниц. Все они могут быть найдены в Философских Трудах Королевского Общества за 1800 год.

Он начал с того, о чем мы сейчас думаем как о правильном предположении относительно излучаемого тепла, но оказался в затруднительном положении, не будучи уверенным относительно того, где может скрываться истина.

В одном из своих телескопов он использовал цветные фильтры. Он заметил, что фильтры разных цветов передают разные количества тепла: “Когда я использовал некоторые фильтры, я ощущал тепло, хотя света было немного, в то время как другие фильтры давали много света, но едва вызывали ощущение тепла”. Во всей истории физической науки мы не

найдем лучшего отчета о чувственных данных. Конечно, мы помним это наблюдение не из-за качества ощущений, но благодаря тому, что последовало дальше. Почему Гершель сделал то, что он сделал далее? Прежде всего, ему нужны были фильтры, лучше приспособленные для того, чтобы смотреть на Солнце. Ну и, конечно, он думал о некоторых теоретических вопросах, которые выходили тогда на арену.

Он использовал термометры для измерения эффекта нагревания лучами света, разделенными с помощью призмы. Этот опыт

действительно заставил его идти дальше, потому что он не только обнаружил, что оранжевый цвет греет больше, чем индиго (синий), но и то, что существует эффект нагревания за пределами видимого красного спектра. Его первая догадка об объяснении этого явления приблизительно совпадала с тем, что мы знаем сейчас. Он предположил, что Солнце излучает как видимые, так и невидимые лучи. Наши глаза чувствительны только к одной части спектра излучения. Нас согревает другая часть лучей, которая частично перекрывается с видимой частью. Поскольку Гершель был сторонником

ньютоновской корпускулярной теории света, он думал в терминах лучей, состоящих из частиц. Видение соответствует частицам от фиолетового до красного, а ощущение тепла соответствует частицам от желтого до инфракрасного.

Тогда он начал исследовать эту идею, пытаясь понять, имеют ли тепловые лучи и световые лучи видимого спектра одинаковые свойства. Так, он сравнивал их отражение, преломление и дифференциальное преломление, их склонность к тому, чтобы задерживаться прозрачными телами,

и их склонность к рассеиванию от грубых поверхностей.

На этом этапе в статьях Гершеля мы встречаем большое число наблюдений различных углов, пропорций излучаемого света и тому подобное. У него, конечно, была экспериментальная идея, но только одна и довольно туманная. Его теория была полностью ньютоновской: он думал, что свет состоит из лучей частиц, но это имело ограниченное влияние на детали его исследования. Его трудности были не теоретическими, а экспериментальными. Фотометрия — деятельность по измерению

свойств излучаемого света — уже за 40 лет до этого достигла развитого состояния, но калориметрия практически не существовала. Существовали процедуры фильтрации световых лучей, но как можно фильтровать тепловые лучи? Гершель исследовал явление. Он делал множество заявлений о точности своих измерений, которые мы теперь подвергаем сомнению. Он утверждал, например, что измеряет не только передачу света, но и передачу тепла с точностью до одной тысячной. Он не мог этого сделать! Хотя вообще повторить то, что он делал, весьма проблематично,

поскольку Гершель работал с самыми разными фильтрами, например, с бренди в графине. Как заметил один историк науки, его бренди, наверное, было черным как смола. Мы не можем повторить в наши дни опыт с использованием этого вещества, каким бы оно ни было.

Гершель показал, что тепло и свет сходны в отражении, преломлении и дифференциальном преломлении. Однако у него возникли проблемы с передачей. У него было представление о просвечивающейся среде, которая не пропускает некоторую часть определенных лучей, например,

красных. Его идея красного цвета заключалась в том, что тепловой луч, который преломляется с коэффициентом преломления красного цвета, идентичен красному свету с тем же коэффициентом преломления. Таким образом, если $x\%$ света проходит, а тепло и свет идентичны в этой части спектра, то должно проходить также и $x\%$ тепла. Гершель задался вопросом “вызывается ли тепловое излучение, чей коэффициент преломления совпадает с коэффициентом преломления красных лучей, лучами этого цвета?” Оказалось, что нет. Некое стекло пропускает почти весь

красный свет, но задерживает 96,2% тепла. Таким образом, тепло не то же, что свет.

Гершель отказался от своей исходной гипотезы и не знал, что и думать. Таким образом, к концу 1800 года, после 200 экспериментов и четырех больших публикаций, он сдался. На следующий год Томас Юнг, чьи работы по интерференции продолжили (или возродили) волновую теорию света, прочитал Бакеровскую лекцию, в которой он поддержал исходную гипотезу Гершеля. Значит, он был довольно безразличен к экспериментальной дилемме Гершеля. Может быть,

волновая теория была более открыта по отношению к тепловому излучению, чем ньютоновская теория световых частиц. Однако скепсис относительно теплового излучения сохранялся еще долго после забвения ньютоновской теории. Вопрос был разрешен лишь с помощью приборов Македонио Меллони (1798-1854). Как только была изобретена термопара (1830), Меллони понял, что теперь у него есть инструмент, с помощью которого можно измерять передачу тепла разными веществами. Это предоставляет один из бесчисленных примеров, в которых некоторое

изобретение позволяет экспериментатору предпринять еще одно исследование, проясняющее путь, которым должны следовать теоретики.

У Гершеля были более примитивные экспериментальные проблемы. Что он наблюдал? Этот вопрос задавали его критики, и он был довольно острым в 1801 году. Его экспериментальные результаты отвергались. Годом позже они были воспроизведены в большей или меньшей степени. Существовало множество как серьезных, так и простых экспериментальных трудностей. Например, свет,

преломляемый призмой, не кончался четким красным. Какое-то размытое свечение располагалось за красным и выглядело как тусклый белый свет. Так может быть “инфра-красное” тепло вызывается этим белым светом? Здесь возникает новая экспериментальная идея. За фиолетовым участком нет существенного невидимого тепла, но может быть здесь нет и “излучения”? Было известно, что с хлоридом серебра начинается химическая реакция, если его поместить в фиолетовую часть спектра. (Этот факт лег в основу фотографии). Риттер поместил его за фиолетовым

участком спектра и получил реакцию. Теперь мы говорим, что в 1802 году он обнаружил ультрафиолетовый свет.

О способности замечать

Гершель заметил явление дифференцированного нагревания цветным светом и сообщил о нем в форме одного из самых чисточувственных утверждений, какое мы только можем встретить в физике. Я не собираюсь принижать значение фактов, на которых настаивал Н. Р. Хэнсон, говорящих о том, что явление можно заметить, только если иметь теорию, которая их

осмысляет. Очевидно, однако, что в случае с Гершелем именно отсутствие теории заставило его засесть за проведение наблюдений. Мы часто встречаем обратное явление — зависимость наблюдения от теории. Книга Хэнсона “Позитрон” (1965), хотя и содержит некоторые противоречивые истолкования открытия, явилась иллюстрацией такой зависимости. Автор утверждает, что следы позитронов могли быть увиденными, только если уже существовала какая-то теория, хотя после появления теории любой студент мог видеть те же самые следы. Мы можем назвать

это учением о том, что наблюдение заряжено теорией.

Несомненно, что у людей есть тенденция замечать вещи, которые интересны, удивительны и так далее, и на такие ожидания и интересы влияют теории, которых люди могут придерживаться. Это не означает, что мы должны недооценивать возможности одаренного “чистого” наблюдателя. Существует тенденция выводить из таких случаев, как история с позитроном, то, что тот, кто, глядя на фотопластинку, говорит — “это позитрон”, тем самым имеет в виду, или утверждает, обширную теорию. Я не думаю, что это так.

Ассистент может научиться распознавать следы позитрона, не имея никакого представления о теории. В Англии до сих пор нередко встречаются молоджавые лаборанты без высшего образования, которые не только необычайно умело обращаются с аппаратурой, но и быстрее всех замечают странности, например, на фотопластинке, которые получены с помощью электронного микроскопа.

Можно спросить, не находится ли среди истинностных условий или истинностных предпосылок того типа высказываний, которые мы можем представить предложением

“это позитрон”, сущность теории позитрона? Возможно это и так, но я сомневаюсь. Теория может быть оставлена или замещена совершенно другой теорией о позитронах, и при этом то, что к тому времени стало классом утверждений о наблюдении, представляемых утверждением “это позитрон”, не будет затронуто. Конечно, существующая ныне теория может быть разрушена совсем другим способом, если, например, вдруг окажется, что так называемые позитронные следы являются артефактами экспериментальной аппаратуры. Но это лишь не намного вероятнее возможности обнаружить,

что все овцы — лишь волки в овечьих шкурах. Об этом событии мы тоже говорили бы по-другому. Я не заявляю, что смысл предложения “это позитрон” менее связан с остальным контекстом, чем предложение “это овца”. Я заявляю лишь, что его смысл не обязательно записывать в какую-либо особую теорию, так что всякий раз, когда говорится “это позитрон”, то некоторым образом утверждается именно эта теория.

Наблюдение — это искусство

Другой пример, похожий на случай с Хэнсоном, показывает, что

наблюдение — это искусство. Я думаю, что Кэролин Гершель (сестра Уильяма) за свою жизнь открыла больше комет, чем кто-либо другой за всю историю человечества. Как-то она открыла восемь комет за год. В этом ей помог ряд обстоятельств. Она была неумомима. Все безоблачные ночи она проводила в обсерватории. Ее брат был прекрасным астрономом. Она использовала прибор, который был улучшен лишь в 1980 году Майклом Хоскином. Этот прибор позволял ей каждую ночь просматривать все небо, слой за слоем, не пропуская ни одного уголка. Если ей удавалось

обнаружить нечто “невооруженным глазом”, то она использовала телескоп, чтобы посмотреть получше. Но самое важное заключается в том, что она могла сразу узнать комету. Все, за исключением, быть может, ее брата Уильяма, должны были следить за движением кометы до тех пор, пока не возникало какое-либо предположение относительно ее природы. (У комет параболические траектории.)

Говоря, что Кэролин Гершель могла определить комету путем простого наблюдения, я не хочу сказать, что она была

неразмышляющим автоматом. Совсем наоборот, она имела одно из самых глубоких пониманий космологии и принадлежала к числу самых глубоких теоретических умов своего времени. Она была неутомима не потому, что ей особенно нравилось скучное занятие осмотра неба, но потому, что ей хотелось узнать больше о Вселенной.

Могло бы случиться так, что теория Гершель о кометах оказалась радикально неправильной. Она могла бы быть заменена к настоящему времени описанием настолько не похожим, что некоторые назвали бы его несоизмеримым с ее теорией. Но

это не должно ставить под сомнение ее славу. Все равно осталось бы истинным то, что она открыла больше комет, чем кто-либо еще. Конечно, если бы какая-нибудь новая теория превратила кометы в ничто, оптическую иллюзию космического масштаба, тогда, может быть, открытие восьми комет за год могло бы вызвать скорее улыбку снисхождения, чем вздох восхищения, но это уже совсем другое дело.

Видеть — это не то же, что говорить

Тяга к тому, чтобы заменять наблюдения лингвистическими объектами (предложениями о наблюдении), остается на протяжении всей современной философии. Так У. Куайн предлагает (и это звучит у него как некая новость) “отбросить разговор о наблюдении и вместо этого говорить о предложениях наблюдения, предложениях, которые, как говорят, дают отчет о наблюдении”. (“The Roots of Reference”, pp.36-39).

Пример Кэролин Гершель служит не только для того, чтобы опровергнуть заявление, будто наблюдение – это всего лишь способ

сказать нечто, но также приводит нас к сомнениям относительно оснований для утверждения Куайна. Куайн совершенно преднамеренно выступал против учения о том, что все наблюдения заряжены теорией. Он говорил, что существует совершенно особый класс предложений о наблюдении, касрующихся “наблюдений как того, с чем сразу же согласятся все свидетели”. Он уверяет нас, что “некоторое предложение является предложением наблюдения в той мере, в какой его истинностное значение в любой ситуации будет признаваться почти каждым членом

речевого сообщества, являющимся свидетелем в данной ситуации”. И мы “можем распознать членство в речевом сообществе лишь по легкости ведения диалога”.

Трудно вообразить более неправильный подход к наблюдению в естественных науках. Никто в речевом сообществе Кэролин Гершель не стал бы соглашаться или не соглашаться с ней относительно недавно установленной кометы на основе наблюдения одной ночи. Лишь она, и в меньшей степени Уильям, владели необходимым умением. Это не значит, что мы могли бы сказать, будто у нее есть

определенные умения, до тех пор, пока другие исследователи, используя другие средства, не согласились бы в конечном счете со многими ее открытиями. Ее суждения достигли полной истинности только в контексте богатой научной жизни того времени. Но куайновское утверждение о соглашении, которое наступает “сразу же”, имеет мало общего с наблюдением в науке.

Если мы хотим понять и объяснить научную жизнь, мы должны, в полном противоречии с Куайном, оставить разговор о предложениях наблюдения и вместо

этого говорить о наблюдениях. Мы должны осторожно говорить об отчетах, умении и экспериментальных результатах. Мы должны, например, рассмотреть, что делает эксперимент достаточно удачным, так что опытный экспериментатор знает, что полученные данные смогут иметь некоторое значение. Что делает эксперимент убедительным? Наблюдение имеет слабое отношение к данному вопросу.

Усиление органов чувств

Невооруженный глаз не может видеть слишком высоко или

достаточно глубоко. Некоторые люди нуждаются в очках, чтобы вообще хоть что-то видеть. Один из способов усилить органы чувств – это использовать еще более мощные телескопы и микроскопы. В следующей главе я буду говорить о том, видим ли мы с помощью микроскопа (я думаю, что да, но это не простой вопрос). Есть более радикальные обобщения идеи наблюдения. Общее место в наиболее утонченных областях экспериментальной науки – говорить о “наблюдении” того, что мы наивно полагаем ненаблюдаемым, когда под “наблюдением” понимаем процесс,

который ограничивается
использованием пяти не
вооруженных приборами органов
чувств. Действительно, если бы мы
были предпозитивистами, вроде
Бэкона, мы бы спросили “ну и что?”
Но мы находимся еще под влиянием
позитивизма, так что мы бываем
несколько удивлены обычными
замечаниями физиков. Например,
фермионы — это элементарные
частицы с собственными угловыми
моментами (спинами), такими как
 $1/2$, или $3/2$, подчиняющиеся
статистике Ферми-Дирака. Они
включают электроны, мюоны,
нейтроны, протоны и многое еще, в

том числе знаменитые кварки. Об этих частицах физики говорят, например, такие вещи: “Из фермионов не наблюдался только t -кварк. Невозможность наблюдать t в состоянии в e^+e^- -аннигиляции в установке PETRA остается загадкой”.

О языке, который общепринят среди физиков, разрабатывающих теорию элементарных частиц, можно получить представление путем просмотра чего-либо настолько формального, как таблица мезонов. В начале таблицы мезонов от апреля 1982 года можно прочесть, что “величины, взятые в курсив, — новые, или менялись более чем на одно

(прежнее) стандартное отклонение от значений, приведенных в таблице апреля 1980 г.”. Не совсем ясно даже, как считать типы мезонов, которые теперь вносятся в список, но можно ограничиться одним разворотом (pp. 28-29), на котором представлено девять мезонов, классифицированных в соответствии с шестью свойствами. Интерес представляют “парциальные моды распада” и процентные доли распада, которые записываются количественно, только когда имеется статистическая оценка с 90% уровнем доверия. Из 31 случаев распада, связанных с этими девятью

мезонами, имеется 11 количественных величин или верхних пределов для доли каналов; одна запись “значительная”; одна запись “доминирует”, одна запись “доминирует”, восемь записей “наблюдались”, шесть записей “наблюдались” и три величины “возможно наблюдались”.

Дэдли Шейпир недавно пытался осуществить детальный анализ речи такого рода. Он приводит пример из обсуждения наблюдения внутреннего строения Солнца или другой звезды, которое осуществлялось путем собирания нейтрино в больших количествах

детектирующей жидкости и дедуктивного вывода различных свойств внутреннего строения Солнца. Очевидно, что это наблюдение затрагивает несколько слоев (о которых Бэкон, впрочем, и не помышлял) мысли Бэкона о том, чтобы “сделать явными вещи, которые прямо не ощутимы, посредством тех, которые таковыми являются”. Проблема заключается в том, что физик по-прежнему называет это “прямым наблюдением”. Шейпир привел множество цитат, подобных следующим: “Не существует способа, отличного от способа с

использованием нейтрино, чтобы заглянуть во внутренность Солнца.” “Нейтрино, – пишет другой автор, – представляют единственный способ прямого наблюдения” горячего солнечного ядра.

Шейпир делает вывод о том, что здесь использование слова “наблюдение” уместно, и анализирует его следующим образом: “ x является непосредственно наблюдаемым, если (1) информация поступает соответствующему получателю (рецептору) и (2) эта информация передается непосредственно, то есть без вмешательства, получателю от

объекта x (который является источником информации)". Я подозреваю, что использование слова "наблюдение" некоторыми физиками (проиллюстрированное приведенными выше цитатами про кварки) даже более вольно чем это, но очевидно, что Шейпир закладывает основы правильного анализа.

Наблюдение, сильно нагруженное теорией (Э)

Шейпир замечает, что вопрос о том, является ли нечто непосредственно наблюдаемым или нет, зависит от существующего

состояния знания. Наши теории о работе рецепторов или о передаче информации с помощью нейтрино предполагают использование большого количества теоретического материала. Таким образом, мы можем думать, что когда за основу берется теория, мы расширяем область того, что мы называем наблюдением. И все же мы никогда не должны становиться жертвой ошибки, говоря о теории без учета существования различий между теориями.

Например, существует прекрасный повод для того, чтобы говорить о наблюдении в связи с

нейтрино и Солнцем. Теория нейтрино и его взаимодействия почти полностью не зависят от теоретических спекуляций о ядре Солнца. Именно отсутствие в данном случае единства науки позволяет нам наблюдать (применяя один внушительный фрагмент теории) разные аспекты природы (о которых мы имеем несвязанный комплекс идей). Конечно, вопрос о том, связаны ли две области или не связаны, вовлекает не собственно теорию, а намек о природе самой природы. Эту мысль хорошо проиллюстрировать несколько иным примером с Солнцем.

Как мы можем проверить гипотезу Дикке о том, что внутренняя часть Солнца вращается в десять раз быстрее, чем его поверхность? Были предложены следующие методы: (1) использовать оптические наблюдения сплюснутости Солнца у полюсов; (2) попытаться измерить учетверенный солнечный момент с близкого подлета спутника *Starprobe*, который движется в пределах четырех солнечных радиусов; (3) измерить относительную прецессию гироскопа, находящегося на солнечной орбите. Позволяют ли нам эти три способа “наблюдать”

внутреннее вращение?

Первый метод предполагает, что оптическая форма соотносится с формой массы. Определенная форма Солнца позволяет нам вывести нечто о внутреннем вращении, но этот вывод основан на неточной гипотезе, которая сама связана с предметом изучения, т. е. с внутренним строением Солнца.

Второй метод предполагает, что единственный источник учетверенного момента масс заключается во внутреннем вращении, тогда как он мог бы быть вызван внутренними магнитными

полями. Таким образом, и в данном случае предположение о том, что происходит (или не происходит) в самом Солнце, необходимо для того, чтобы сделать вывод о внутреннем вращении.

С другой стороны, релятивистская прецессия гироскопа основана на теории, которая не имеет ничего общего с предположениями о внутреннем строении Солнца, и в рамках существующей теории только угловой момент вращения Солнца может вызывать определенную прецессию гироскопа, движущегося вокруг Солнца по полярной орбите.

Суть заключается не в том, что теория относительности лучше устроена, чем теории, связанные с двумя другими возможными экспериментами. Может быть, релятивистская теория прецессии будет отброшена как раз первой. Суть заключается в том, что в рамках нашего современного понимания комплекс теоретических предпосылок, лежащих в основе проекта с гироскопом, достигается путем, совершенно отличным от способа, которым формируются предложения относительно ядра Солнца. Что касается первых двух проектов, то они включают

предположения, которые сами по себе относятся к знанию о строении Солнца.

Для экспериментатора естественно говорить, что гироскоп на полярной орбите дает нам возможность наблюдать внутреннее вращение Солнца, тогда как два других исследования могут только предполагать дальнейшие выводы. Это не значит, что третий эксперимент является лучшим; напротив, его высокая стоимость и трудность проведения делают первые два более привлекательными. Я лишь только указываю на философский вопрос о том, какие эксперименты

приводят к наблюдениям, а какие — нет.

Возможно, это связано со спорами о теоретической нагруженности наблюдений, с которых я начал эту главу. Может быть, первые два эксперимента содержат теоретические предпосылки, связанные с самим исследуемым предметом, тогда как третий эксперимент, хотя и заряженный теорией, не содержит подобных предпосылок. В случае с рассмотрением таблиц наши утверждения сходным образом не содержат теоретических предпосылок, связанных с

исследуемыми объектами, т. е. таблицами, даже если (из-за злоупотреблений с использованием слов “теория” и “содержать”) они содержат теоретические предпосылки о вѣдении.

Независимость

В соответствии с этим взглядом, нечто считается скорее наблюдаемым, чем выводимым, если оно удовлетворяет минимальному критерию Шейпира и если теории, на которых это нечто основывается, не переплетаются с фактами о предмете исследования. Следующая глава о микроскопах подтверждает

силу этой гипотезы. Я не считаю, что этот предмет очень важен. Наблюдение, в философском смысле порождения и записи данных – лишь один аспект экспериментальной работы. Экспериментатор должен быть чутким и бдительным наблюдателем в другом смысле. Только наблюдатель может провести эксперимент, определяя те проблемы, которые ему мешают, отслеживая технические погрешности, замечая, является ли нечто необычное ключом к самой природе или артефактом, порождаемым приборами. Такие наблюдения редко появляются в завершающих отчетах по

эксперименту. Это также важно, как все, что связано с окончательными записями, но ничего философского за этим не стоит.

При анализе наблюдения у Шейпира была более философская цель. Он придерживался того, что старый функционалистский взгляд на знание был правильным. В конце концов знание основано на наблюдении. Шейпир замечает, что то, что называется наблюдениями, зависит от наших теорий о мире и особых эффектов, так что не существует такой вещи, как абсолютно чистое предложение наблюдения. Но тот факт, что

наблюдение зависит от теорий, не имеет ни одного из тех антирационалистических следствий, которые иногда выводятся из утверждения о том, что всякое наблюдение заряжено теорией. Хотя Шейпир и написал самое широкое современное исследование о теоретической нагруженности наблюдения, в конце концов, он преследовал другую цель, имеющую отношение к обоснованию и рациональности теоретического знания. Ван Фраассен замечает мимоходом, что теория может ограничивать границы наблюдения. И у ван Фраассена другие цели.

Реальное для него — это наблюдаемое, но он признает, что сама теория может менять наши знания относительно того, что является наблюдением, а что реально. Мои цели в этой главе были более приземленными. Я хотел действительно напомнить о более рутинных аспектах наблюдения. Философия экспериментальной науки не может позволить философии, ориентированной на теорию, подвергнуть сомнению само понятие наблюдения.

11. МИКРОСКОПЫ

Один факт о теоретических объектах средней величины является настолько сильным аргументом в пользу научного реализма средней величины, что философы стыдятся обсуждать его: речь идет о микроскопах. Сперва у нас рождается догадка о том, что существует такой-то ген, а затем мы развиваем инструментарий для того, чтобы увидеть его. Не кажется ли, что даже позитивист согласится с таким доводом в пользу реальности гена? Нет: позитивист говорит, что только теория может заставить нас предположить, что показываемое линзами выглядит именно так.

Реальность, в которую мы верим, — утверждает он, — всего лишь фотография того, что появляется под микроскопом, а не некий крохотный реальный объект, в существование которого можно поверить.

Такое противостояние реализма и антиреализма бледнеет перед метафизикой серьезных исследователей. Один из моих учителей, технолог, большую часть жизни занимавшийся усовершенствованием микроскопов, сказал бы: “Рентгеновский дифракционный микроскоп теперь является основным посредником между атомной структурой и

человеческим сознанием”.
Философы науки, дискутирующие о реализме и антиреализме, знают очень мало о микроскопах, вдохновляющих на такое красноречие. Даже световой микроскоп — чудо из чудес. Он работает не так, как предполагает большинство необразованной в этих вопросах публики. Зачем философу знать, как он работает? Затем, что это одно из средств исследования реального мира. Вопрос заключается в следующем: как он это делает? Человек, занимающийся микроскопами, использует гораздо большее количество замечательных

выдумок, чем кабинетные исследователи философии восприятия с самым сильным воображением. У нас должно быть некоторое понимание тех удивительных физических систем, “с чьей силой великой мы видим ясней, чем видел весь мир от адамовых дней”.

Великая цепь бытия

Философы весьма волнующе писали о телескопах. Сам Галилей приветствовал философствование по этому поводу, когда заявил, что видит луны Юпитера, предполагая тем самым, что законы зрения в

небесных сферах такие же, как и на Земле. Пол Фейерабенд использовал пример телескопа, когда настаивал на том, что великая наука развивается благодаря пропаганде в той же мере, что и благодаря разуму: с его точки зрения, Галилей использовал скорее пропагандистские приемы, чем экспериментальные аргументы. Пьер Дюгем использовал телескоп для того, чтобы защитить свой знаменитый тезис о том, что никакая теория не может быть отвергнута, поскольку явления, которые с ней не согласуются, могут всегда быть учтены этой теорией с помощью

вспомогательных гипотез (если звезды находятся не там, где предсказывает теория, то вините телескоп, а не небеса). В сравнении с этим, микроскоп играл весьма скромную роль и редко использовался для того, чтобы порождать философские парадоксы. Может быть, это происходит из-за того, что все ожидают найти миры внутри миров здесь, на Земле. Шекспир лишь открыто воспекает великую цепь бытия, когда в “Ромео и Джульетте” он пишет о Королеве Мэб, которая “по ночам на шестерке пылинок цугом ездит” в крошечной карете, где “комар на козлах ростом с

червячка, из тех, которые от сонной лени заводятся в ногтях у мастериц”. За пределами возможностей человеческого зрения ожидали увидеть крохотные существа. Когда появились очки с диоптриями, законы зрения и преломления не подверглись сомнению. Это было ошибкой. Я предполагаю, что никто не понимал, как работает микроскоп до Эрнста Аббе (1840-1905). Следующее замечание президента Королевского Микроскопического Общества, обозначим его [А], цитируемое во многих изданиях книги “Микроскоп” Гэйга, долгое время бывшей американским

учебником по микроскопии, заключалось в том, что в конце концов, мы не видим с помощью микроскопа. Теоретический предел разрешения, утверждает он, —

[А] “становится объяснимым в исследовании Аббе. Это исследование показало, что микроскопическое видение весьма своеобразно. Существует, и в то же время не может существовать, никакого сравнения между микроскопическим и макроскопическим видением. Изображения крохотных объектов получаются с помощью микроскопов не средствами обычных законов

преломления, они не являются результатами, получаемыми по законам линейной оптики, а целиком зависят от законов дифракции.”

Я думаю, что в этом фрагменте, который ниже я буду обозначать [А], имеется в виду то, что мы не видим в микроскоп в обычном смысле слова.

Философы микроскопа

Приблизительно каждые двадцать лет какой-нибудь философ говорит что-нибудь о микроскопах. Когда логический позитивизм проник в Америку, у Густава Бергмана можно было прочесть, что,

говоря философски, “объекты в микроскопе являются физическими вещами не в буквальном смысле, но лишь благодаря языковому и образному воображению... Когда я смотрю через микроскоп, все что я вижу – это цветное пятно, ползущее по полю зрения, как тень по стене”.

В свою очередь Гровер Максвелл, отрицая фундаментальное различие между наблюдаемыми и теоретическими объектами, настаивал на целом континууме видения: “смотрение в окно, смотрение в очки, смотрение в бинокль, смотрение в микроскоп малой мощности, смотрение в микроскоп

большой мощности и т.д.” Некоторые объекты могут быть невидимыми, а затем стать видимыми благодаря тому или иному технологическому ухищрению. Различие между наблюдаемым и просто теоретическим не интересно для онтологии.

Гровер Максвелл проповедовал некую форму научного реализма. Он отрицал какой-либо антиреализм, который держится на том, что мы должны верить в существование только наблюдаемых объектов, которые следуют из нашей теории. В книге “Научный образ” ван Фраассен выражает сильное несогласие с такой

позицией. Как мы видели в части А нашей книги, он называет свою философию конструктивным эмпирицизмом и придерживается того мнения, что “Цель науки – дать нам теории, которые были бы эмпирически адекватны. Принятие теории включает лишь знание того, что она эмпирически адекватна” (стр. 12). Шестью страницами позже он делает следующее замечание: “принять теорию (для нас) – это поверить в то, что она эмпирически адекватна, то есть говорит истину о наблюдаемом (нами)”. Ясно, что для ван Фраассена существенно восстановить различие между

наблюдаемым и ненаблюдаемым. Но для него не существенно, где точно мы должны проводить его. Он считает само собой разумеющимся то, что “наблюдаемое” — это неясный термин, чей объем может определяться нашими теориями. В то же время он хочет провести разделяющую линию в том месте, которое является для него наиболее защитимым, так что даже если он оказался бы несколько отодвинутым назад в ходе спора, у него еще осталось бы достаточно много на “ненаблюдаемой” стороне этой границы. Он не верит в континуум Гровера Максвелла и пытается

остановить соскальзывание от наблюдаемых к выводимым объектам настолько рано, насколько это возможно. Он совершенно отрицает идею континуума.

Имеется, говорит ван Фраассен, два совершенно разных типа случаев, возникающих из списка Гровера Максвелла. Вы можете открыть окно и непосредственно увидеть сосну. Вы можете пойти по крайней мере до некоторых объектов, которые вы видите в бинокль, оглядеть их невооруженным взглядом. Но не существует способа увидеть тромбоциты крови невооруженным глазом. Переход от увеличительного

стекла даже к слабому микроскопу — это переход от того, что мы можем видеть, к тому, что мы не можем видеть без помощи инструментов. Из этого ван Фраассен делает вывод, что в микроскоп мы не видим. Но мы видим в телескоп, полагает он. Можно полететь на Юпитер и посмотреть на луны, но мы не можем сжаться до размеров амебы и посмотреть на нее. Он сравнивает инверсионный след, оставляемый реактивным самолетом, и ионизационный след электрона в пузырьковой камере. Оба явления являются результатами сходных физических процессов, но вы можете

указать на место впереди следа и обнаружить самолет там через некоторое время, или, по крайней мере, подождать, пока он приземлится, но вы не можете ждать пока приземлится и будет виден электрон.

Не просто подглядывайте, а вмешивайтесь

Философы склонны рассматривать микроскоп как черный ящик с источником света на одном конце и дыркой, в которую подглядывают, на другом конце. Как говорит Гровер Максвелл, существуют слабые и сильные

микроскопы, являющиеся все более и более мощными приборами одного и того же типа. Это неправильно, как неверно и то, что микроскопы созданы для того, чтобы смотреть через них. На самом деле, философ, конечно же, не сможет видеть в микроскоп до тех пор, пока не научится пользоваться хотя бы несколькими микроскопами. Если его спросят о том, что он там видит, он может, как Джеймс Тербер, нарисовать свой собственный глаз или, как Густав Бергман, увидеть только “пятно света, которое ползет по полю зрения, как тень по стене”. Конечно же, он не будет в состоянии

отличить частицу пыли от слюнной железы фруктовой мухи, пока он не начнет препарировать фруктовую муху под микроскопом малого увеличения.

В этом первый урок: вы учитесь видеть в микроскоп действуя, а не просто смотря. Здесь есть параллель с “Новой теорией видения” Беркли (1710), согласно которой мы приобретаем трехмерное зрение только узнав, что значит двигаться в мире и действовать в нем. Тактильные ощущения скоррелированы с предполагаемым двумерным изображением на сетчатке, и в результате обучения

этому соответствию возникает трехмерное зрение. Точно так же аквалангист учится видеть в новой среде океана, лишь обплывая вокруг предметов. Был ли Беркли прав относительно первичного вѣдения или нет, новые способы вѣдения, приобретенные уже после младенчества, включают обучение путем делания, а не просто смотрения. Убеждение в том, что некоторая часть клетки находится там, где она видится, по крайней мере усиливается, когда с использованием простых физических средств жидкость вводится именно в данную часть

клетки. Я вижу, как крохотная стеклянная иглолка, изготовленная человеческими руками под микроскопом, проникает через стенку клетки. Видно, как липид (жир) вытекает с конца иглы, когда мы мягко поворачиваем большую, совершенно макроскопическую рукоятку. Ну вот! Из-за своей неумелости я только что разорвал стенку клетки и должен взять новый образец. Насмешки Джона Дьюи над “зрительской (созерцательной) теорией знания” так же уместны в отношении зрительской теории микроскопов. Все это не означает, что микроскописты-практики

свободны от философских проблем. Приведем еще одну цитату [В] из одного из самых подробных учебников для биологов, книги Э. М. Слейтера “Оптические методы в биологии”:

[В] “Микроскопист может разглядывать знакомый предмет через слабый микроскоп и видеть несколько увеличенное изображение, которое ‘такое же’, как и предмет. Растущее увеличение может открыть детали предмета, которые невидимы невооруженному глазу. Естественно предположить, что эти детали ‘такие же’, как у исследуемого предмета. (На этой стадии необходимо

установить то, что детали не появляются вследствие ущерба, нанесенного предмету при препарировании под микроскопом). Но что на самом деле подразумевается под утверждением, что ‘изображение – такое же, как объект’?

Очевидно, что этот образ чисто оптический... ‘Одинаковость’ предмета и изображения на самом деле подразумевает то, что физические взаимодействия со световым лучом, которые делают объект видимым (или могут сделать его видимым, будучи достаточно большими), совпадают с теми,

которые приводят к образованию изображения в микроскопе...

Тем не менее, предположим, что излучение, которое используется в микроскопе, — это ультрафиолетовый свет, рентгеновские лучи или электроны, или что микроскоп использует некий прибор, который преобразует разницу в фазе в изменения интенсивности. Тогда изображение, видимо, не может быть ‘таким же’, как предмет, даже в указанном выше ограниченном смысле! Глаз не способен ощущать ультрафиолетовое, рентгеновское или электронное

излучение или уловить сдвиг фазы между световыми лучами...

Этот способ мышления открывает нам то, что изображение соответствует взаимодействию между предметом и излучением, создающим изображение” (стр. 261-263).

Автор продолжает, заявляя, что все упомянутые ею методы, а также и другие методы, “могут порождать ‘истинные’ изображения, которые в некотором смысле ‘подобны’ предмету”. Она также замечает, что с помощью таких методов как автордиография, “‘изображение’

предмета получается ...
исключительно с точки зрения
расположения радиоактивных
атомов. ‘Изображение’ такого типа
настолько детализировано, что,
вообще говоря, не поддается
интерпретации без помощи
дополнительного изображения от
фотомикрографа, на который оно
обычно накладывается”.

Микроскопист сказал бы, что
мы видим через микроскоп, только
когда физическое взаимодействие
предмета и светового луча
“идентичны” в случае образа в
микроскопе и в глазу. Сопоставьте с
моей цитатой [А], относящейся к

более раннему поколению работ, в которой говорится, что, поскольку обычный световой микроскоп работает на основе дифракции, то даже он устроен не так, как обычное зрение, но совершенно своеобразен. Могут ли микроскописты [А] и [В], не соглашающиеся относительно простейшего светового микроскопа, занимать правильную философскую позицию относительно “зрения”? Пугливое употребление кавычек в которые взяты слова “изображение” и “истинный” делают [В] еще более двусмысленным. В микроскопии нужно быть особенно осторожным со словом “изображение”. Иногда

оно означает нечто, на что можно указать, форму, брошенную на экран, микрограф или что-либо еще. Но в других случаях это означает то, что находится на входе самого глаза. Слияние происходит в геометрической оптике, где выстраивается система с предметом, находящимся в одном фокусе, и изображением, находящимся в другой фокальной плоскости, где “образ” показывает, что вы увидите, если ваш глаз будет находиться там. Я все-таки сопротивляюсь одному умозаключению, которое может быть выведено из цитаты [В]. Может показаться, что любое утверждение о

том, что видно с помощью микроскопа, заряжено теорией — теорией оптики или теорией какого-нибудь излучения. Я не согласен с этим. Для того, чтобы сделать микроскоп, необходима теория, но для того, чтобы им пользоваться, теория не нужна. Теория может помочь понять, почему предметы, рассматриваемые через интерференционно-контрастные микроскопы, имеют асимметричное окаймление, но можно научиться не замечать такой эффект вполне эмпирически. Вряд ли современный биолог знает оптику в такой мере, чтобы удовлетворить физика.

Практика, под которой я вообще имею в виду делание, а не смотрение, дает возможность различать видимые артефакты препарирования или применения инструментов и реальные структуры, видимые через микроскоп. Эта практическая способность порождает уверенность. Она может потребовать некоторого понимания биологии, хотя бывают и первоклассные лаборанты, которые даже не знают биологии. В любом случае, физика просто не имеет никакого отношения к чувству микроскопической реальности. Наблюдения и манипуляции редко

несут вообще какой-либо заряд физической теории, и все что в них находится, совершенно не зависимо от клеток или изучаемых кристаллов.

Плохие микроскопы

Мне встречалось мнение о том, что с момента изобретения микроскопа Левенгуком люди продолжали делать все лучшие и лучшие варианты одного и того же типа микроскопов. Я хотел бы скорректировать эту мысль.

Левенгук, хотя и не был первым микроскопистом, был техническим гением. В его микроскопах была

единственная линза, и он делал линзу для каждого предмета, который он собирался исследовать. Предмет насаживали на булавку на подходящем расстоянии от линзы. Мы не знаем, как ему удавалось делать столь прекрасные рисунки своих предметов. Наиболее представительное собрание его линз-предметных пар находилось в Лондонском Королевском Обществе, которое потеряло всю коллекцию столетие спустя при обстоятельствах, которые вежливо названы подозрительными. Но даже к тому времени клей, которым его предметы держались на булавках,

потерял свою силу, и предметы отвалились. Почти наверняка Левенгук получил свои прекрасные результаты скорее благодаря секретам освещения, нежели способу изготовления линз. Создается впечатление, что он никогда не учил людей своим приемам. Возможно, Левенгук изобрел освещение темного поля, а не микроскоп. Эта догадка должна послужить одной из первых в длинной череде возможных напоминаний о том, что множество важнейших достижений в микроскопии не имеют ничего общего с оптикой. Понадобились микротомы для того, чтобы делать

более тонкие срезы, анилиновые красители, чистые источники света, а на более скромных уровнях – винтовой микрометр для подстраивания фокуса, фиксаторы и центрифуги.

Хотя первые микроскопы вызвали большое волнение в обществе, показывая миры внутри миров, важно отметить, что после составного микроскопа Гука технология не претерпела заметного улучшения. После возбуждения, связанного с начальными наблюдениями, не последовало новое знание. Микроскоп стал игрушкой английских леди и

джентльменов. Игрушка состояла из микроскопа и коробки с препарированными объектами растительного и животного мира. Заметим, что коробка с такими препаратами могла стоять больше, чем покупка самого микроскопа. Нельзя было просто поместить каплю воды из пруда на кусок стекла и смотреть на нее под микроскопом. Почти всем, за исключением самых серьезных экспертов, было необходимо уже подготовленное предметное стекло с препаратом, чтобы увидеть хоть что-нибудь. Конечно, учитывая оптические aberrации, вызывает восхищение тот

факт, что кто-либо когда-либо вообще что-то видел через составной микроскоп, хотя на самом деле, как и всегда в экспериментальной науке, по настоящему умелый лаборант может делать чудеса и на очень плохом оборудовании.

В простейшей световой микроскопии насчитывается около восьми основных типов аберраций. Две важнейших из них — это сферическая и хроматическая аберрации. Первая является результатом того факта, что линза шлифуется движениями, направленными случайным образом. Как можно показать, это дает

сферическую поверхность. Для луча, проходящего под некоторым малым углом к оптической оси линзы, фокусное расстояние будет не то же самое, что для луча, который идет ближе к оси. Для углов i , таких, что $\sin i$ сильно отличается от i , мы не получим общего фокуса световых лучей, и точка на предмете будет видна через микроскоп как смазанное пятно. Это хорошо понимал Гюйгенс, который также хорошо знал, как это исправить в принципе, но реальное изготовление комбинации вогнутых и выпуклых линз, позволявшее избежать

сферической аберрации, произошло не сразу.

Хроматические аберрации вызывались различиями в длинах волн разных цветов. Красный и синий свет, излучаемый одной и той же точкой предмета, сфокусируются в разных точках. Резкий красный образ накладывается на синее пятно или наоборот. Хотя богатые люди имели обыкновение держать дома микроскоп для развлечения, не удивительно, что серьезная наука не имела с ним дела. Ксавье Биша многими считается основателем гистологии, науки о живых тканях. Еще в 1800 году он не допускал

микроскопы в свою лабораторию. В своем введении в “Общую анатомию” он писал: “Когда люди проводят наблюдение в условиях недостаточной видимости, каждый видит по-своему в соответствии со своими чувствами. Следовательно, мы должны руководствоваться непосредственными наблюдениями”, а не размытыми изображениями, предоставляемыми даже лучшими микроскопами.

Никто особенно не пытался создать ахроматические микроскопы, потому что Ньютон писал об их физической невозможности. Такие микроскопы стали возможны с

появлением особого кремниевое-
го стекла, флинтгласса, имеющего
показатель преломления больший,
чем у обыкновенного стекла. Пара
линз с различными индексами
преломления могут устранить
абберацию для данной пары красных
и синих лучей, и хотя это решение не
совершенно на всем спектре,
результат может быть улучшен с
помощью тройной линзы. Первый
человек, которому пришла в голову
правильная мысль, был настолько
скрытен, что послал заказы на линзы
из разного стекла разным
подрядчикам. Эти подрядчики
заключили субподряды с одним и тем

же ремесленником, который затем сделал проницательное предположение о том, что линзы предназначены для одного и того же прибора. Так, в 1758 году идею украли. Дело о правах на патент, которое слушалось в суде, было решено в пользу укравшего, Джона Долланда. Высший Суд постановил: “Патента достоин не тот, кто занес изобретение в свои тайные записи, а тот, кто сделал его достоянием публики”. Но достояние публики от этого не очень изменилось. Вплоть до 1860-х годов шли серьезные споры о том, были ли капли, видимые через микроскоп, артефактами

инструментов или подлинными продуктами живой материи. (На самом деле, это были артефакты). Но все же микроскопы стали лучше, а средства микроскопии развивались довольно быстро. Если рисовать график развития, то первый подъем придется где-то на 1660 год, затем очень медленный подъем вплоть до 1870-х годов, тут снова скачок; следующий большой скачок, который продолжается и сейчас, начался около 1945 года. Историк науки мог бы нарисовать такой график с большой точностью, используя в качестве масштаба пределы разрешающей способности

приборов, дошедших от прошлых времен. Производя субъективную оценку великого применения микроскопа, мы могли бы нарисовать сходный график, отличающийся лишь тем, что контраст 1870/1660 годов был бы больше. До 1860 года с помощью микроскопа было обнаружено мало подлинно интересных фактов. Волна новой микроскопии была вызвана частично благодаря работам Аббе, но непосредственной причиной прогресса стала доступность анилиновых красителей. Живая материя в основном прозрачна. Новые анилиновые красители дали

возможность увидеть микробы и многое другое.

Аббе и дифракция

Как мы “обычно” видим? В основном, мы видим отраженный свет. Но если использовать увеличительное стекло, чтобы посмотреть на предмет, освещаемый сзади, то мы “видим” передаваемый или поглощаемый свет. Таким образом, у нас может быть следующая мысль: увидеть что-либо сквозь микроскоп — это увидеть пятна темного и светлого, соответственно пропорциям пропускаемого или поглощаемого

света. Мы видим изменения в амплитуде световых лучей. Я думаю, что даже Гюйгенс знал, что эта концепция может быть неверна, но лишь в 1873 году Аббе объяснил, как работает микроскоп.

Эрнст Аббе являл собой прекраснейший пример пути из нищеты к богатству. Сын рабочего прядильной фабрики, он выучил математику и получил финансовую поддержку на обучение в гимназии. Он преподавал математику, физику и астрономию. Его работа по оптике привела его на небольшую фирму Карла Цейса в Йене. Когда Цейс умер, Аббе стал хозяином фирмы и

посвятил свою жизнь
филантропическим занятиям.
Бесчисленные математические и
практические изобретения Аббе
превратили фирму Карла Цейса в
одну из самых известных оптических
фирм. Здесь я упомяну лишь одно
изобретение.

Аббе занимался проблемой
разрешающей способности
оптических приборов. Увеличение
бессмысленно, если оно
“увеличивает” две разные точки в
одно большое пятно. Необходимо
разрешить две точки в два различных
образа. Это можно сделать с
помощью дифракции. Самый

известный пример дифракции – это факт, относящийся к тому, что тени предметов с острыми краями расплывчаты. Это следствие волновой природы света. Когда свет проходит через две узкие щели, некоторая часть луча идет прямо, некоторая часть отклоняется на некий угол от основного луча, а некоторая часть луча отклоняется на больший угол: это лучи дифракции первого, второго и третьего порядков.

Аббе взялся за задачу разрешить (то есть зрительно различить) параллельные линии на диатомее (крохотной океанической водоросли, которая миллиардами

поглощается китами). Эти линии очень близки, равномерно удалены друг от друга и имеют одинаковую ширину. Вскоре он получил возможность использовать еще более регулярные дифракционные решетки. Его работа представляет интересный пример того, как применяется чистая наука: Аббе разработал теорию для чистого случая рассматривания диатомеи или дифракционной решетки и сделал из этого вывод, что эти случаи представляют бесконечное разнообразие физики, связанной с видением гетерогенного объекта в микроскопе.

Когда свет проходит чрез дифракционную решетку, большая часть его подвергается дифракции. Она испускается от решетки под углами дифракций первого, второго и третьего порядков, где величины углов дифракции частично зависят от расстояний между линиями решетки. Аббе понял, что для того, чтобы увидеть щели на решетке, необходимо собрать не только основной прошедший свет, но и, по крайней мере, дифракционные лучи первого порядка. То, что мы видим, на самом деле лучше всего представляется как Фурье-синтез прошедших и рассеянных лучей.

Таким образом, согласно Аббе, образ предмета производится интерференцией лучей света, излучаемых основным источником и вторичными образами источников света, являющихся результатами дифракции.

У этого факта есть очень много практических приложений. Очевидно, что можно собрать большее количество рассеянных лучей с помощью более широкого отверстия на диафрагме объектива, но при этом больше будет и сферическая аберрация. Вместо этого можно изменить среду между предметом и линзой. В среде более

плотной, чем воздух, как в случае с масляно-иммерсионным микроскопом, при данном размере диафрагмы можно получить большее количество дифракционных лучей и тем самым увеличить разрешение микроскопа.

Хотя первые микроскопы Аббе-Цейса были хорошими, теориям этих микроскопов не давали хода много лет, особенно в Англии и Америке, которые целое столетие царили на рынке микроскопов. Даже в 1910 году самые лучшие английские микроскопы, созданные на основе чисто эмпирического опыта и использующие воровским образом

некоторые идеи Аббе, имели разрешение, сравнимое или даже лучшее, чем у цейсовских. Такая ситуация не совсем необычна. Хотя парусные корабли всегда были частью материальной культуры, самые большие усовершенствования в их конструкции были сделаны между 1870 и 1900 годами – в то время, когда пароход сделал их устаревшими. Именно на это время приходится пик ремесленнической изобретательности. Также и с микроскопами, но, конечно же, дорогие нетеоретические английские ремесленнические микроскопы были обречены, как и парусные суда.

Однако в достижениях Аббе людей заставляло сомневаться не только коммерческое или национальное соперничество. Выше я заметил, что цитата [А] используется в книге “Микроскопы” Гейга. В девятом издании этого учебника, авторы, ссылаясь на альтернативную теорию, говорят, что микроскопическое видение “то же самое, что и видение с помощью невооруженного глаза, телескопа, и фотокамеры. Это первичное видение, которое признается многими в наши дни”. В 11 издании (1916 г.) соответствующее место приобрело следующий вид: “Были проведены

очень убедительные эксперименты, доказывающие точность гипотезы Аббе, но как указывается многими, обычное использование микроскопа никогда не включает условия, реализованные в этих экспериментах”. Это прекрасный пример того, что Лакатош называет регрессивной исследовательской программой. Это место в основном остается тем же даже в 17 издании (1941 г.). Таким образом, учение Аббе, которое, согласно [А] утверждало, что “невозможно никакого сопоставления микроскопического и макроскопического видения”,

встречало глубоко укорененное неприятие.

Если придерживаться (как в случае более современного взгляда [В]) того мнения, что видимое нами – в основном дело особой обработки информации в глазу, то все остальное скорее оказывается в области оптической иллюзии или, в лучшем случае, некоторого соответствия изображения рассматриваемому объекту. В соответствии с этим описанием, системы Левенгука и Гука позволяют нам видеть. После Аббе даже обычный световой микроскоп является, в основном, Фурье-синтезатором дифракций

первого или даже второго порядков. Таким образом, чтобы считать, что вы видите с помощью хорошего микроскопа, вы должны видоизменить ваше представление о видении. Прежде чем сделать вывод по данному вопросу, нам лучше исследовать некоторые более поздние приборы.

Изобилие микроскопов

Перейдем теперь к послевоенному периоду. Большая часть идей была известна еще в годы между мировыми войнами, но не продвинулась дальше прототипов до второй мировой войны. Одно из

изобретений намного старше, но некоторое время оно не имело правильного использования.

Первая практическая проблема для цитолога – это то, что большая часть живой ткани не видна из-за своей прозрачности. Чтобы что-либо увидеть, нужно окрасить объект. Большинство анилиновых красителей – страшные яды, так что видимое вами – обычно совершенно мертвая клетка, которая скорее всего претерпела структурные искажения и демонстрирует структуры, являющиеся артефактами препарирования. Тем не менее, оказывается, что живые ткани

отличаются по своим
поляризационным свойствам.
Поместим в наш микроскоп
поляризатор и анализатор.
Поляризатор будет передавать к
предмету только поляризационный
свет с определенными свойствами. В
простейшем случае, поместим
анализатор под прямым углом к
поляризатору, так что он будет
передавать только поляризованный
свет, противоположный свету
поляризатора. Результатом будет
полнейшая темнота. Предположим
теперь, что сам предмет создает
поляризацию, тогда он может
изменять плоскость поляризации

падающего света, так что видимый образ может порождаться анализатором. Таким способом, можно наблюдать прозрачные волокна полосатой мышцы без подкрашивания, основываясь лишь на определенных свойствах света, который мы обычно “видим”.

Теория дифракции Аббе, дополненная поляризационным микроскопом, приводит к некоторой концептуальной революции. Мы не нуждаемся в “обычной” физике зрения для того, чтобы воспринимать структуры в живой ткани. На самом деле, мы редко ее используем. Даже в обычном случае мы скорее

синтезируем рассеянные дифракцией лучи, чем видим предмет с помощью “обычной” зрительной физики. Поляризационный микроскоп напоминает нам, что у света существуют множество свойств помимо преломления, поглощения и дифракции. Мы можем использовать любое свойство света, взаимодействующего с предметом, для того, чтобы исследовать структуру предмета. На самом деле, можно использовать любое свойство любого волнового явления.

Даже если мы ограничимся световым микроскопом, нас ждет большое количество работы.

Ультрафиолетовый микроскоп удваивает разрешающую силу, хотя его важнейшее преимущество связано с ультрафиолетовым поглощением, типичным для многих биологически важных веществ. Во флюоресцентной микроскопии падающее освещение исключается, и можно наблюдать лишь вторично излучаемый свет разной длины волны, использующий фосфоресценцию или флюоресценцию. Эта гистологическая техника незаменима для некоторых живых тканей. Однако более интересным, чем использование необычных

режимов передачи или испускания света, представляются игры, в которые мы играем с самим светом: фазовый контрастный микроскоп Цернике и интерференционный микроскоп Номарского.

Прозрачный предмет однороден по отношению к поглощению света. Он может обладать невидимыми различиями в показателе преломления. Фазовый контрастный микроскоп преобразует эти отличия в видимые отличия интенсивности образа предмета. В обычном микроскопе образ синтезируется из рассеянных волн D и прямых волн U . В фазовом контрастном микроскопе

волны U и D разделены гениальным, хотя и очень простым с точки зрения физики, способом. После этого одна или другая волна подвергается фазовой задержке, вследствие чего в фокальной плоскости возникают контрасты, соответствующие различию показателей преломления в предмете.

Интерференционный контрастный микроскоп наверное легче всего понять. Источник света просто разделен пополам посеребренным зеркалом, так что половина света проходит через предмет, а другая половина остается

в качестве неизменной опорной волны, которая будет участвовать в восстановлении изображения на выходе. Таким образом, изменения в оптическом пути, создаваемые различиями в показателях преломления, вызывают интерференционные эффекты в опорном луче.

Интерференционный

микроскоп создает иллюзорное окаймление предмета, но необыкновенно ценен, поскольку представляет количественное определение показателя преломления в предмете. Естественно, что если у нас есть под

рукой подобные приборы, то могут быть сооружены его бесчисленные вариации, такие как поляризующие интерференционные микроскопы; микроскопы, основанные на интерференции множественного луча; интерференции, модулированной по фазе и так далее.

Теория и основания для уверенности

Некоторая часть теории света, конечно, существенна для построения микроскопа нового типа, и обычно важна для улучшения микроскопов старого типа. Интерференционные или фазовые

контрастные микроскопы вряд ли могли быть изобретены без использования волновой теории света. Теория дифракции помогла Аббе и его компании делать лучшие микроскопы. Конечно, мы не должны недооценивать дотеоретическую роль изобретения и всяческой возни с ним. На протяжении нескольких десятилетий изготовители старых, основанных на эмпирических соображениях, микроскопов делали их лучше, чем Цейс. Воплощение идеи электронного микроскопа вызвало большое удивление, поскольку теория говорила о том, что объект почти немедленно

поджарится, а затем полностью выгорит. Рентгеновский микроскоп давно был теоретической возможностью, но мог быть эффективно построен только в следующие несколько лет с использованием высококачественных лучей, поступающих из линейного ускорителя. Сходным образом, акустический микроскоп, который будет описан ниже, долгое время был очевидной возможностью, но лишь в последние 10 лет появилась быстрая электроника, способная произвести хороший высокочастотный звук и качественные сканеры. Теория принимала лишь скромное участие в

создании этих замечательных приборов. Эта теория обычно излагается в начальных институтских курсах физики. Более существенную роль в этих изобретениях сыграло инженерное мастерство, а не теория.

Может показаться, что теория перешла здесь на другой уровень. Почему мы верим изображениям, которые создает микроскоп? Не потому ли, что у нас есть теория, в соответствии с которой мы строим истинное изображение? Не является ли это другим вариантом замечания Шейпира о том, что наблюдение само определяется теорией? Это лишь частично так. Несмотря на

отношение Биша, люди оправданно верили в реальность того, что они видели в микроскопы, изготовленные до Аббе, хотя у них была совершенно неадекватная и тривиальная теория. Визуальные образы удивительно устойчивы по отношению к изменениям в теории. Вы создаете демонстрацию и придерживаетесь некоей теории о том, почему небольшой предмет выглядит именно так. Позже вы изменяете теорию микроскопа, но все же верите в изображение. Может ли теория в самом деле быть источником нашей уверенности в том, что видимое

нами совпадает с истинным состоянием вещей?

Как-то Хэйнц Пост написал мне о своих давних мыслях по поводу создания полевого эмиссионного микроскопа, который продемонстрировал бы важность продуцирования зрительных представлений больших молекул (его пример касался антраценовых колец). В то время этот прибор использовали для подтверждения того, что Ф.А. Кекуле (1829-1896) постулировал в 1865 году: молекулы бензола — это кольца из шести атомов углерода. Исходная теория полевого эмиссионного микроскопа

говорила о том, что в этом микроскопе видны тени молекул, то есть наблюдается явление поглощения. Позже Пост узнал, что теория, лежащая в основе этого микроскопа, изменилась. Наблюдалось явление дифракции, но это не приводило ни к малейшим различиям. Люди продолжают рассматривать микрографии молекул как совершенно правильные представления. Не является ли все это колдовством, манипуляцией доверием? Так можно считать лишь на основе философии, в которой доминирует теоретизирование. Экспериментальная жизнь

микроскопии использует внетеоретические представления для того, чтобы отделить артефакты от реальных вещей. Посмотрим, как это происходит.

Истина в микроскопии

Дифференциальный интерференционно-контрастный метод характеризуется следующим свойством: видимые очертания (края) предмета и непрерывные структуры (полосы) предстают в своем истинном виде.

Так написано в цейсовском каталоге. Что заставляет торговца-

энтузиаста предположить, что изображения, производимые этими несколькими оптическими системами, “истинны”? Конечно, изображения истинны, только если научиться не замечать искажения. Существует множество оснований для убеждения, что воспринимаемая часть структуры реальна или истинна. Самое естественное из них является и самым важным. Я проиллюстрирую это с помощью моего первого опыта в лаборатории. Слабые электронные микроскопы показывают маленькие точки в тромбоцитах. Эти точки называются плотными телами: это означает

просто то, что они плотные для электронов и видны на трансмиссионном электронном микроскопе без всякой предварительной подготовки. На основе движения или анализа плотности этих тел на разных этапах развития клетки или болезни делается догадка о том, что они играют большую роль в биологии крови. С другой стороны, они могут быть просто артефактами электронного микроскопа. Один тест очевиден: можно ли увидеть те же самые тела с использованием совершенно других физических методов? В этом случае проблема

решается довольно легко. Электронный микроскоп с низким разрешением имеет почти то же увеличение, что и световой микроскоп с высоким разрешением. Не каждый метод позволяет увидеть плотные тела, их можно разглядеть, например, с помощью флюоресцентного подкрашивания и последующего наблюдения с помощью флюоресцентного микорскопа.

Слои красных тромбоцитов нанесены на микроскопическую решетку. Это в буквальном смысле решетка: если смотреть через микроскоп, можно увидеть решетку,

ячейки которой помечены заглавными буквами. Электронные микрографии состоят из слоев, нанесенных на такие решетки. Образцы с особенно четкими конфигурациями плотных тел приготавливаются для флюоресцентной микроскопии. Наконец, результаты электронной и флюоресцентной микрографии сравниваются. То, что микрография показывает один и тот же участок, известно благодаря тому, что этот участок находится в ячейке с одной пометкой, скажем, P . В флюоресцентной микрографии имеется точно такое же устройство

решетки, такая же ячеистая структура и “тела”, что и видимые в электронный микрограф. Делается вывод о том, что тела не являются артефактами электронного микроскопа.

Два физических процесса — эмиссия электронов и флюоресцентная реэмиссия — используются для выявления кровяных телец. Эти процессы практически не имеют ничего сходного. Они представляют совершенно не связанные области физики. Вряд ли возможно постоянное совпадение видимых конфигураций двух совершенно

различных физических процессов, если бы эти конфигурации были просто артефактами физических процессов, а не реальными структурами клетки.

Заметим, что в реальности “аргумент совпадения” практически не возникает. Просто смотрят на две микрографии (лучше, если их больше), полученные от разных физических систем, и видят, что плотные тела возникают в точности в одном и том же месте в каждой паре микрографий. Это немедленно решает все проблемы. Мой учитель Роберт Скаер хотел доказать, что плотные тела суть артефакты. Спустя

пять минут после того, как он увидел свои собственные экспериментальные микрофотографии, он признал ошибочность своей позиции.

Заметим также, что совершенно не обязательно иметь какое-то представление о том, что такое плотные тела. Все, что мы знаем, — это то, что существуют некоторые структурные признаки клетки, которые можно увидеть несколькими методами. Сама микроскопия не скажет всего об этих телах (если вообще существует нечто важное, что можно рассказать). Здесь должна быть призвана биохимия.

Конечно же, мгновенное спектроскопическое разложение плотного тела на составляющие элементы возможно в наше время с помощью комбинации электронного микроскопа и спектроскопического анализатора, работа которого очень сходна с работой космического спектроскопического анализатора.

Совпадение и объяснение

Аргумент совпадения может показаться особым случаем аргумента упорядочивающей случайности, упомянутого в конце третьей главы. Теории объясняют различные явления, и было бы

весьма маловероятно, что теория ложна и все же правильно предсказывает явления. Мы делаем “вывод к лучшему объяснению”, согласно которому теория истинна. Общей причиной этого явления должны быть теоретические объекты, существование которых постулируется теорией. Как аргумент в пользу научного реализма этот аргумент породил множество споров. Так что мой разговор о совпадении может привести меня в гущу продолжающейся дискуссии. Но нет! Мой аргумент гораздо более локализован.

Прежде всего такие аргументы часто облачаются в термины словаря наблюдений и теории. (“Бесчисленные счастливые случайности вызвали поведение, описываемое в словаре наблюдений, как если бы они были вызваны несуществующими вещами, о которых говорится в теоретическом словаре”). Ну и пусть, нас не интересует словарь наблюдений и теории. Может быть, для предметов, видимых в микроскоп, вовсе нет теоретического словаря — “плотное тело” не значит ничего, кроме чего-то плотного, то есть того, что видно в электронный микроскоп без

окрашивания или другой подготовки. Во-вторых, нас не интересует объяснение. Мы видим одно и то же сочетание точек, используем ли мы электронный микроскоп или флюоресцентное окрашивание, и вряд ли “объяснением” этого было бы сказать, что некоторые определенные предметы (неизвестной до сих пор природы) постоянно вызывают данное сочетание точек. В-третьих, у нас нет теории, которая предсказывала бы широкий круг явлений. Четвертое и, пожалуй, самое важное отличие заключается в следующем: нас интересует то, как отличать

артефакты от реальных объектов. В метафизических спорах о реализме позиции выглядят следующим образом: “реальные, хотя и ненаблюдаемые предметы” и “не реальные предметы, а инструменты мысли”. Благодаря микроскопу, мы знаем, что на микрографии видны точки. Вопрос заключается в том, являются ли они артефактами физической системы или они представляют некую структуру в самом образце? Мой аргумент от совпадения говорит просто о том, что чистое совпадение, по которому две совершенно разные физические системы выдали бы одно и то же

сочетание точек на микрографии, противоречило бы здравому смыслу.

Аргумент решетки

Я рискну сделать философское отступление по поводу научного реализма. Ван Фраассен говорит, что мы видим через телескоп, потому что несмотря на то, что он необходим для наблюдения с Земли лун Юпитера, их можно увидеть и невооруженным глазом, отправившись в космос. Эта не такая уж фантазия как кажется, поскольку лишь очень малое количество современных людей может различить с Земли луны Юпитера

невооруженным глазом. Для тех из нас, у кого меньшая острота зрения, такое наблюдение относится к области научной фантастики. Микроскопист избегает фантазий. Вместо того, чтобы лететь на Юпитер, мы уменьшаем видимый мир. Рассмотрим решетки, используемые для идентификации плотных тел. Маленькие решетки делаются из металла, и они едва видимы невооруженным глазом. Сперва их рисуют чернилами очень большими, аккуратно надписывая буквы в углу каждой ячейки. Затем их уменьшают фотографическим способом. Используя современные

технологии, на результирующую микрографию наносят металл. Решетки продаются в пакетах или в трубках, по 100, 250 и 1000 штук. Процедуры изготовления таких решеток совершенно ясны и столь же надежны, как и любые другие массовые производственные системы высокого качества.

Короче говоря, вместо того, чтобы отправиться на Юпитер в воображаемом космическом корабле, мы самым будничным образом уменьшим решетку. Затем мы посмотрим на крохотный диск через какой-либо микроскоп и увидим в точности те же формы и буквы,

которые были исходно написаны в большем масштабе. Невозможно всерьез считать, что крохотный диск, который я держу с помощью пинцета, на самом деле не имеет структуры помеченной решетки. Я знаю, что видимое мною в микроскоп соответствует действительности, поскольку сам сделал решетку такой. Я знаю, что процесс изготовления вполне надежен, поскольку результаты можно проверить с помощью микроскопа. Более того, мы можем проверить результаты с помощью микроскопа любого типа, используя с десятков физических процессов, не

связанных с нашим, для того, чтобы получить изображение. Можем ли мы всерьез принять возможность того, что это все же невероятное совпадение? Ложно ли то, что диск микроскопически повторяет форму помеченной решетки? Или в результате неимоверного заговора тринадцати совершенно не зависимых физических процессов большая решетка была сжата с потерей своей формы так, что при наблюдении посредством двенадцати различных микроскопов она по-прежнему выглядит как решетка? Для того, чтобы остаться антиреалистом относительно этой

решетки, видимо, не обойтись без
зловредного декартовского демона
микроскопа.

Аргумент решетки требует
здорового признания разделенности
науки, по крайней мере на
феноменологическом уровне.
Очевидно, что все световые
микроскопы используют свет, но
микроскопы, использующие
интерференцию, поляризацию,
фазовый контраст, прямую передачу,
флюоресценцию и так далее,
используют совершенно не
связанные между собой свойства
света. Если одну и ту же структуру
можно различить с использованием

этих различных аспектов световых волн, то нельзя всерьез предположить, что структура является артефактом всех этих различных физических систем. Более того, я подчеркиваю, что все эти физические системы сделаны людьми. Мы очищаем некоторые стороны природы, скажем, выделяя свойства света, связанные с фазовой интерференцией. Мы разрабатываем прибор, зная в точности принцип его работы, лишь потому, что оптика хорошо известна как наука. Мы тратим годы на то, чтобы наладить несколько прототипов, и, наконец, в наших руках имеется прибор,

позволяющий видеть определенную структуру. Некоторые другие приборы, сконструированные, исходя из совершенно других принципов, показывают ту же структуру. Не испытывая декартовского скептицизма, невозможно предположить, что структура создается данным прибором, а не присуща самому предмету исследования.

В 1800 году было не только возможно, но и совершенно разумно исключить микроскопы из гистологической лаборатории просто на том основании, что они в основном показывали артефакты

оптических систем, а не структуру волокон. Сейчас положение другое. Изобретение новых микроскопов всегда ставило вопрос о том, относится ли видимое к предмету, или к артефакту изготовления оптики. Но теперь у нас гораздо больше средств, чем в 1800 году, для того, чтобы решить эту проблему. Я подчеркиваю лишь “видимую” сторону. Даже здесь я упрощаю. Я говорю, что если можно видеть одни и те же фундаментальные свойства структуры, используя несколько различных физических систем, то имеется прекрасное основание для того, чтобы сказать “это – реально”, а

не “это – артефакт”. Конечно, это не решающая причина. Но ситуация здесь не отличается от обычного зрения. Если черные заплаты на гудронированном шоссе видны в жаркий день с разных точек, но всегда в одном и том же месте, можно сделать вывод о том, что видны лужицы, а не мираж. И все же мы можем ошибаться. В микроскопии время от времени происходят ошибки. И простое сходство ошибок микроскопического и макроскопического восприятия может укрепить уверенность в том, что мы видим через микроскоп.

Я должен повторить, что так же как в макроскопическом зрении, реальные образы или микрографы составляют лишь малую часть нашей уверенности в реальности. В недавней лекции Г.С. Стент, специалист по молекулярной биологии, вспоминал, что в конце сороковых годов журнал *Life* поместил на всю обложку цветную микрографию с восторженной подписью “первая фотография гена” (это было 17 марта 1947 года). При той теории, точнее в отсутствие теории гена, говорил Стент, эта подпись не имела никакого смысла. Лишь большее понимание того, что

есть ген, может привести к уверенности в том, что показывает микрография. Мы начали верить в реальность полос и межполосных промежутков на хромосомах не потому, что мы просто видим их, а потому что мы формулируем концепцию того, что они делают, для чего они предназначены. Но и в этом отношении микроскопическое и макроскопическое зрение не отличаются: лапландец, попавший в Конго, не увидит многого из новой необычной обстановки до тех пор, пока он не получит некоторой идеи о том, что происходит в джунглях.

Таким образом, я не выдвигаю аргумент совпадения в качестве единственного основания для нашего убеждения в том, что мы действительно видим в микроскоп. Это лишь один аргумент, весьма убедительный аргумент видимого, который сочетается с большим числом интеллектуальных способов понимания и с другими видами экспериментальной работы. Биологическая микроскопия без практической биохимии так же слепа, как кантовские созерцания в отсутствие понятий.

Акустический микроскоп

Сейчас мы забудем об электронном микроскопе, разновидностей которого не меньше, чем у светового микроскопа, поскольку в них используются все виды различных свойств электронных лучей. Здесь не место объяснять это, но если до этого мы слишком увлеклись примерами, относящимися к свойствам видимого света, давайте вкратце рассмотрим самый далекий от него вид излучения, звук.

Радар, изобретенный для воздушной обороны, и сонар, изобретенный для войны на море, напоминают нам о том, что

продольные и поперечные волновые фронты могут использоваться для тех же целей. Ультразвук – это “звук” очень высокой частоты. Ультразвуковое исследование плода в матке недавно стало общепринятым. Более сорока лет назад советские ученые разработали микроскоп, использующий звук с частотой в 1000 раз выше частоты слышимого звука. Только недавно эта идея стала использоваться в технологии и уже используются некоторые полезные прототипы.

Акустическая часть микроскопа относительно проста. Электрические сигналы

преобразуются в звуковые сигналы, а затем, после взаимодействия с предметом, преобразуются обратно в электричество.

Тонкость современных инструментов заключается скорее в электронике чем в акустике. Акустический микроскоп — это сканирующий прибор. Он создает изображения, преобразуя сигналы в пространственный образ на телевизионном экране, микрографии, или, при изучении большого количества ячеек, на видеокассете.

Как всегда, новый тип микроскопов интересен из-за новых

аспектов предмета, которые он может раскрыть. Изменения в показателе преломления для звука намного больше, чем для света. Более того, звук передается через совершенно непрозрачные предметы. Так, первые применения акустического микроскопа были в металлургии и в выявлении дефектов силиконовых чипов. Для биологов использование этого микроскопа также многообещающе. Акустический микроскоп чувствителен к плотности, вязкости и гибкости живой материи. Более того, сами короткие звуковые импульсы, используемые сканнером,

не повреждают клетку. Следовательно, можно изучать жизнь клетки самым непосредственным способом: можно будет наблюдать изменения в вязкости и гибкости в процессе жизнедеятельности клетки.

Быстрое развитие акустической микроскопии не позволяет нам видеть направление ее развития. Еще несколько лет назад в исследовательских отчетах отвергалась сама идея ее соревнования с электронными микроскопами — довольствовались сравнением с разрешающей силой световых микроскопов. Теперь, с использованием свойств звука в

сверхохлажденной твердой среде, можно соперничать с разрешающей способностью электронного микроскопа, хотя это не очень поможет исследователю живых тканей!

Так видим ли мы с помощью акустического микроскопа?

Наблюдение с помощью микроскопа

Первым шагом в технологии было наблюдение через линзу. Затем пришло наблюдение через трубу сложного микроскопа, но “смотреть в” микроскоп не обязательно. Можно

изучать фотографии, сделанные с помощью микроскопа. Благодаря огромному фокусному расстоянию электронного микроскопа, естественно увидеть изображение на большой плоской поверхности, так чтобы каждый мог встать рядом и указать на то, что ему интересно. Сканирующие микроскопы обязательно создают изображение на экране или пластине. Любое изображение может быть оцифровано и передано на телевизионный экран и так далее. Более того, оцифровка замечательно подходит для устранения шума и даже для восстановления потерянной

информации. Не пугайтесь технологии. При исследовании кристаллической структуры хороший способ избавиться от шума заключается в разрезе микрографии по определенному правилу, затем ее повторной склейке и перефотографировании с использованием интерференционного контраста. То есть, вообще-то мы не смотрим через микроскоп, а смотрим с его помощью. Но видим ли мы с его помощью? Было бы глупо оспаривать обыкновенное употребление слова “видеть”, особенно в свете употреблений, приводимых в конце

последней главы, где говорится о “рассматривании” фермионов или “наблюдении” солнечного ядра с использованием нейтрино. Возьмем, к примеру, низколетящие реактивные самолеты, нагруженные ядерным оружием и скользящие в нескольких десятках метров от поверхности земли, чтобы избежать ловящего радара. Для пилота представляет интерес как вертикальная, так и горизонтальная шкала, поскольку ему необходимо видеть на сотни метров вниз и многие мили вдаль. Зрительная информация оцифровывается, обрабатывается и показывается на бортовом экране,

расположенном на уровне головы. Расстояния сокращаются, а высота увеличивается. Видит ли пилот равнину? Конечно. Заметим, что это не тот случай, когда пилот мог бы видеть равнину, выбравшись из корабля и оглядев все вокруг. Невозможно оглядеть такое большое пространство без прибора.

Рассмотрим электронный дифракционный микроскоп, с помощью которого я получаю изображения кристаллов в обычном или обратном пространстве, в зависимости от положения переключателя. Поскольку точки изображения, создаваемого с

помощью электронной дифракции, находятся в обратном отношении к атомной структуре кристалла, обратное пространство, грубо говоря, есть обычное пространство, вывернутое наизнанку. Близкое в нем становится далеким, а далекое — близким. Кристаллографы часто считают довольно естественным изучать свои образцы в обратном пространстве. Видят ли они их в обратном пространстве? Они говорят, что да, и подвергают сомнению кантовское учение о единственности пространства ощущений.

Как далеко можно развить понятие в́ дения? Предположим, я беру электронную кисть и рисую на телевизионном экране аккуратную картину (а) ячейки, которую я уже изучал до этого с помощью оцифрованного и восстановленного изображения (б). Даже если я “смотрю на ячейку” в случае (б), в случае (а) я смотрю лишь на рисунок на ячейке. В чем разница? Важное отличие состоит в том, что в случае (б) существует прямое взаимодействие между источником волн, объектом и последовательностью физических событий, заканчивающихся

созданием изображения объекта. Используя еще раз цитату [В], можно сказать, что в случае (б) мы имеем соответствие между исследуемым предметом и излучением, создающим изображение. Если соответствие хорошее, то (б) называется в́идением через микроскоп.

Несомненно, это весьма вольное обобщение понятия в́идения. Мы видим с помощью акустического микроскопа. Конечно же, мы видим с помощью телевидения. Но мы говорим, что мы видим покушение на убийство не с помощью телевизора, а по

телевизору. Это, несомненно, идиома, унаследованная от той эпохи, когда говорили “я слышал это по радио”. Мы различаем прямую трансляцию и передачу по записи. Мы должны соблюдать различия для бесконечного количества наречий, прилагательных и даже предлогов. Но мне не известны случаи, когда слова о вѣ дении с помощью микроскопа вызвали бы путаницу.

Научный реализм

Если изображение есть карта взаимодействия между образцом и изображением, получаемым с помощью излучения, и эта карта

хорошая, то мы говорим, что видим с помощью микроскопа. Что такое хорошая карта? Отсеяв aberrации или артефакты, карта должна представлять некую структуру в образце с помощью того же множества двух- или трехмерных отношений, которые на самом деле присутствуют в образце.

Имеет ли это отношение к научному реализму? Первым делом давайте проясним, что это отношение может быть лишь самым отдаленным. Вообразим читателя, изначально привлеченного ван Фраассеном, который считает, что объекты, наблюдаемые лишь с

помощью светового микроскопа, не считаются наблюдаемыми. Такой читатель мог бы изменить свое мнение и принять эти объекты в класс наблюдаемых предметов. Но и это не затронуло бы все основные философские установки антиреализма ван Фраассена.

Но если мы сделаем вывод о том, что мы видим с помощью светового микроскопа, значит ли это, что видимые нами объекты реальны? Нет. Я сказал лишь только то, что мы не должны держаться за позитивизм и феноменологию — рутину девятнадцатого века, и должны разрешить себе говорить, что мы

видим с помощью микроскопа. Такая рекомендация подразумевает сильное принятие реализма по отношению к микроскопии, но сама по себе довольно голословна. Это становится очевидным из приведенного мной фрагмента из физики высоких энергий, с его бодрым повествованием об электронном в^идении нейтрино и т.д. Физики также являются реалистами, они демонстрируют это, употребляя слово “видеть”, но это употребление не является безусловным аргументом в пользу того, что подобные объекты существуют.

Считается ли в микроскопии вопрос о реализме решенным? Нет. Мы убеждены в существовании структур, которые наблюдаются с помощью различных микроскопов. Наше убеждение частично возникает благодаря успехам в систематическом устранении aberrаций и артефактов. В 1800 году таких успехов не было. Биша изгнал микроскоп из своих препарационных кабинетов, поскольку в то время микроскоп не показывал структуры, которые можно было бы определенно назвать существующими в предметах. Но теперь мы в большей степени избавились от aberrаций, мы

устранили одни артефакты, можем не зависеть от других и всегда готовы к новым, еще не выявленным обманам. Мы убеждены в существовании структур, которые мы видим, поскольку мы можем вмешиваться в их существование физическим путем, например, с помощью микроинъекций. Мы убеждены в этом, потому что приборы, использующие совершенно различные физические принципы, приводят нас к наблюдению совершенно сходных структур в одних и тех же образцах. Мы уверены в этом благодаря нашему пониманию большей части физической теории,

используемой для построения приборов, позволяющих нам видеть, но уверенность, порождаемая теорией, играет относительно малую роль. Нас больше убеждают замечательные сочетания с результатами биохимии, которые подтверждают то, что структуры, которые мы различаем с помощью микроскопа, отличаются также и определенными химическими свойствами. Нас убеждает не мощная дедуктивная теория клетки (такой и не существует), но большое количество зацепляющихся друг за друга обобщений более низкого уровня, которые позволяют нам

управлять явлениями и порождать явления в микроскопе. Короче говоря, мы учимся ориентироваться в микроскопическом мире. “Новая теория зрения” Беркли, может быть, и не содержит полной истины о детском бинокулярном трехмерном зрении, но, несомненно, находится на правильном пути, когда мы входим в новые миры внутри миров, приоткрываемых для нас микроскопом.

**12. Теоретизирование,
вычисление,
модели, приближения**

Таким образом, я отказался от идеи о том, что существует монолитная практика наблюдения. Применим ту же самую тактику к другой стороне старого дуэта теории и наблюдения. Теория – не в большей степени представляет собой единый тип вещей, чем наблюдение. Богатый, но простой пример поможет нам проиллюстрировать этот факт.

Эффект Фарадея

Майкл Фарадей (1791-1867), ученик переплетчика, в 21 год поступил на работу ассистентом к Хэмфри Дэви. Он углубил наши знания и преобразовал нашу технику.

Его два самых глубоких прозрения шли рука об руку: изобретение электрического мотора (и обратного устройства – динамо-машины) и понимание того, что изменения в токе порождают изменения в напряжении магнитного поля (соответственно, вращение в магнитном поле порождает электрический ток). Известен еще так называемый эффект Фарадея, или магнито-оптический эффект. Фарадей обнаружил, что магнетизм может влиять на свет. Этот факт имел колоссальное историческое значение. Он заставил предположить, что может быть одна

теория, объединяющая свет и электромагнетизм. Джеймс Клерк Максвелл объединил их к 1861 году и представил систематически в 1873 году. Эффект Фарадея был экспериментально показан в 1845 году.

Фарадей был глубоко религиозным человеком и считал, что все силы природы должны быть взаимосвязаны. Ньютон оставил простор для развития единой науки, которого хватило до 1800 года. Как мы уже говорили в 10-й главе, в этом году Уильям Гершель встретился с проблемой теплового излучения. В том же году Джузеппе Вольта сделал

первую электрическую батарею. Впервые был создан источник постоянного тока, который, как вскоре показал Эрстед, мог оказывать действие на стрелку магнитного компаса. В 1801 году Томас Юнг провозгласил волновую теорию света, покончив с вековым господством ньютоновской корпускулярной теории света. Короче говоря, ньютоновское единство науки было разрушено. Более того, существовала очевидная связь между силами электромагнетизма, притяжения и света. Майкл Фарадей сам занялся этим вопросом. Дэвид Брюстер, великий экспериментатор,

упомянутый в главе 9, в 1819 году показал, что под давлением некоторые виды стекла приобретают способность поляризовать свет. Рассуждая по аналогии, Фарадей предположил, что если давление может повлиять на передачу света, то и электрическое воздействие способно на это. Фарадей пытался обнаружить этот эффект несколько раз, в 1822, в 1834 и в 1844 годах. Затем, в 1845 году он забросил изучение электрического воздействия и взялся за магнитное. Но и здесь он не достиг успеха, пока не попробовал использовать плотное стекло, которое он получил много

лет назад для других целей. Он обнаружил, что плоскость поляризации солнечного луча будет вращаться, если свет проходит через боросиликатное стекло, параллельно линиям магнитного напряжения. Французский физик М. Е. Верде (1824-1896) позже исследовал это свойство на целом ряде веществ, тем самым установив, что оно представляет собой общее свойство природы.

Объяснение эффекта Фарадея
(Э)

У Фарадея не было теории того явления, которое он обнаружил. В

следующем, 1846 году Г. Б. Эри (1801-1892) показал, как описать это явление аналитически в рамках волновой теории света. Уравнения света содержали некоторые вторые производные перемещения по времени. Эри добавлял *ad hoc* другие члены, содержащие первые или третьи производные. Это стандартный ход в физике. Для того, чтобы уравнения удовлетворяли явлению, с полки берутся стандартные дополнительные члены уравнения, без определенного представления о том, почему поможет один, а не другой.

В 1856 году Кельвин предложил физическую модель: магнитное поле заставляет молекулы в куске стекла вращаться вокруг осей, параллельных линиям напряженности. Это молекулярное вращение сочетается с вибрациями, производимыми световыми волнами, и, следовательно, заставляет вращаться плоскость поляризации.

Модель Кельвина была принята Максвеллом и помогла ему сформировать электромагнитную теорию света. Однако она не очень хорошо сочеталась с подробностями эксперимента, о которых сообщает Верде. Тогда Максвелл использовал

аргументы симметрии для того, чтобы определить добавочные члены в уравнениях электромагнитного поля, используемого для описания явления. Наконец, в 1892 году Х.А. Лоренц совместил уравнения Максвелла со своей теорией электрона. Основанное на этом объяснение используется и поныне. Эффект описывали физически, в стиле Кельвина, как локальное движение вокруг линий напряжения. Но это не кельвиновское мистическое вращение молекул, которое просто имеет место и все. Это движение электронов,

вызываемое электромагнитным способом.

Шесть уровней “теории”

В нашем рассказе участвует по крайней мере шесть разных уровней теории. Это не просто уровни большей или меньшей общности или логической силы, скорее разные типы теоретизирования. Первая экспериментальная работа была проделана Фарадеем, а затем Верде. “Теоретические” идеи можно представить следующим образом, в порядке появления:

1. Движимый верой в единство науки, Фарадей размышляет на тему о том, что должна быть некоторая связь между электромагнетизмом и светом.

2. Возникает фарадеевская аналогия открытию Брюстера: электромагнитные явления могут влиять на поляризационные свойства.

3. Эри дает математическое описание *ad hoc* .

4. Кельвин создает физическую модель, используя механическую

картину молекул, вращающихся в стекле.

5. Максвелл использует аргумент симметрии для того, чтобы предоставить формальный анализ в рамках новой электромагнитной теории.

6. Лоренц предоставляет физическое объяснение в рамках теории электрона.

Я не хочу сказать, что эти различные типы гипотез появляются во всяком исследовании, а также то, что они должны появляться в таком порядке. Эта история в духе Бэкона

начинается с глубокой идеи и аналогии, подтверждается экспериментом, а затем развивается во все более приемлимые теоретические формулировки. Конечно, очень часто вначале возникает большая теория (6). Наш пример лишь иллюстрирует банальный, но легко забываемый факт о том, что слово “теория” покрывает множество вопросов. Словарь говорит, что этимологически слово “теория” происходит от греческого слова, обозначающего, в том числе, спекулятивное мышление. Давайте остановимся на этом.

Спекуляция

Как и Ч. У. Ф. Эверитт, я придерживаюсь не двойной, а тройной классификации родов деятельности. Я называю их спекулятивным рассуждением, вычислением и экспериментом.

Слово “спекулирование” может быть применено ко всякого рода болтовне и играм на биржах. Я буду понимать под спекуляцией интеллектуальное представление чего-либо, имеющего интерес, игру в переструктурирование идей, которая может дать нам по крайней мере

качественное понимание некоторых общих свойств мира.

Являются ли спекуляции только качественными? Конечно, нет. Физика — количественная наука. И все же большинство теорий имеют свободные параметры, значения которым даются в эксперименте. Основополагающая теория более качественна. Одна старая спекуляция заключалась в том, что путь, пройденный телом, свободно падающим на землю, зависит от квадрата времени падения. Он представляется как $1/2 \, g t^2$. Численное значение местного

ускорения свободного падения g не входило в исходную спекуляцию. Это лишь пустое место, которое мы заполняем при помощи не-теоретического измерения. В настоящее время всякая количественная теория в конечном счете говорит: “Уравнения имеют такую-то и такую-то форму, в которой определенные константы природы должны быть получены эмпирически”. Долгое время бытовала лейбницевская мечта о выведении мировых констант, но пока это лишь программа, а не результативная деятельность. Таким образом, несмотря на все свои

количественные признаки, спекуляция может быть существенно качественной.

Существует по крайней мере столько же способов спекуляции, сколько и представлений. Существуют физические модели, иллюстрацией которых может быть описание эффекта Фарадея, предложенное Кельвином. Существуют математические структуры. Оба подхода привели к замечательным прозрениям. В соответствии с одним неверным стереотипом о науке второй половины девятнадцатого века немецкие физики использовали, в

основном, математические подходы, тогда как британские создавали физические модели. На самом деле исследования этих двух типов взаимодействовали друг с другом, а исследователи часто открывали почти что одни и те же факты совершенно разными методами. Более того, при ближайшем рассмотрении оказывается, что большая часть физических моделей, например, Максвелла, включают абстрактные структуры. Таким образом, элементы его статистической механики были не твердыми частицами, а математическими дифференциалами

без какого-либо явного физического значения. И наоборот, работа множества немецких прикладных математиков зависела от простых физических моделей. Эти стороны человеческого разума в общем не отделимы, а сочетаются и будут сочетаться и изменяться непредсказуемым способом.

Вычисление

Кун замечает, что нормальная наука — дело того, что он называет артикуляцией. Мы артикулируем теорию для того, чтобы она была лучше согласована с миром, была открытой для опытного

подтверждения. Большая часть начальных спекуляций плохо согласуется с миром. Это происходит по двум причинам. Одна заключается в том, что из спекуляции вряд ли можно вывести следствия, которые даже в принципе будут проверяемы. Другая причина заключается в том, что высказывание, которое в принципе проверяемо, часто не бывает проверяемо, просто потому что никто не знает, как осуществить проверку. Требуются новые экспериментальные идеи и новые виды технологий. В примере с Гершелем и тепловым излучением потребовалась термопара и идеи

Македонио Меллони, для того чтобы по-настоящему разработать исходные спекуляции Гершеля.

Таким образом, артикуляция Куна должна обозначать два типа вещей – артикуляцию теории и артикуляцию эксперимента. Более теоретическую из этих типов деятельности я условно назову “вычислением”. Я имею в виду не простой счет, а математическое воплощение данной спекуляции, приводящее ее к большей согласованности с миром.

Ньютон был великий мастер спекуляций. Он был также великим

вычислителем. Он изобрел дифференциальное исчисление для того, чтобы понять математическую структуру своих спекуляций о движении планет. Ньютон был также одаренным экспериментатором. Мало кто из ученых проявил себя в обоих типах деятельности. П.С. Лаплас (1749-1827) представляет пример великолепного вычислителя. Его “Небесная механика”, написанная около 1800 года, была по тому времени самой тонкой разработкой ньютоновской теории движения планет. Ньютон оставил без ответа бесчисленное множество вопросов, для ответа на которые (а

иногда даже и для постановки которых) потребовалась новая математика. Лаплас также известен благодаря своему выдающемуся вкладу в теорию вероятностей. В начале своей знаменитой вводной лекции о вероятности он сформулировал одну классическую версию детерминизма. Он сказал, что высший разум, обладающий знанием уравнений вселенной и множества граничных условий, в состоянии вычислить положение и скорости всех частиц в любом отдаленном будущем. Создается впечатление, что Лаплас представлял Высший Разум как несколько более

совершенный вариант самого Лапласа, Великого Вычислителя. Лаплас применял ньютоновские идеи притяжения и отталкивания к большинству исследуемых вопросов, включая тепло и скорость звука. Как я уже заметил, так же как Лаплас увенчал достижения Ньютона мощными вычислениями, менее значительные экспериментаторы своими вольтовыми батареями, компасами и различными световыми фильтрами по крайней мере держали ньютоновскую программу на плаву.

Гипотетико-дедуктивная схема

Мое тройное деление — спекуляция, вычисление и эксперимент — не противоречит традиционным гипотетико-дедуктивным описаниям науки, таким как “Элементы физики” (Physics, the Elements) Н. Р. Кэмпбелла (1920, переиздано в “Основаниях науки”), и тем, которые описаны в “Научном объяснении” Брэйтвейта (1953). Кэмпбелл заметил, что даже в законченной теории теоретические утверждения не соединяются непосредственно с чем-либо наблюдаемым. Нет способа вывести экспериментальные тесты из, скажем, центральных положений

классической физики. Следовательно, Кэмпбелл различает два слоя высказываний. Существуют гипотезы, а именно “предложения о некотором наборе идей, типичных для данной теории”. Далее, существует “словарь” – Брэйтвейт называет его кэмпбелловским словарем – “утверждений об отношениях между этими идеями и некоторыми идеями другой природы”.

Я не согласен с языковой формулировкой терминов, используемых в этом утверждении, но сама идея недалеко от истины. Она ближе к реальности, чем

двустадийная схема гипотез и опровержений. Кэмпбелл и Брейтвейт дают ответ на загадку. Если спекуляция предполагает качественную структуру некоей области, а экспериментирование, как я утверждаю, порой ведет свою собственную жизнь, в чем заключается их согласованность? Ответ таков: вычисление создает довольно жесткую гипотетико-дедуктивную структуру, которую иногда можно найти в элементарных учебниках. Вычислители создают словарь. Они строят семантический мост между теорией и наблюдением. Спекуляция и эксперимент не

должны, по большому счету, быть тесно связанными, но тот род деятельности, который я называю вычислением, сводит их достаточно близко, чтобы увидеть количественное соответствие между ними.

Я не настаиваю на том, что классификация исчерпывается тремя пересекающимися формами научной жизни. Я говорю лишь, что более приемлемый вариант гипотетико-дедуктивного метода, включающий не два слоя, а три, является неясной, хотя и небезнадёжно, мгновенной фотографией трех типов способностей, которые должны

различаться в зрелых
математизированных науках.

Модели

Ссылка на гипотетико-дедуктивную схему показывает, что деление на спекуляцию, вычисление и эксперимент довольно консервативно. Различные уровни теоретического утверждения, проиллюстрированные магнито-оптическим эффектом, не столь уж незнакомы. Книга Нэнси Картрайт “Как лгут законы физики” (*How the Laws of Physics Lie*) (1983) знаменует более радикальный разрыв с прошлой традицией. До сих пор я

писал так, как если бы приведение теории в соответствие с возможными закономерностями природы являлось бы делом лишь артикулирования и вычисления. С позиции этого подхода мы начинаем со спекуляции, которую постепенно приводим в форму, из которой могут быть выведены экспериментальные тесты. Но это не так. Существует бесконечно широкое разнообразие типов деятельности, которое называется построением моделей.

Слово “модель” стало означать в науке различные вещи. В ранние дни молекулярной биологии модели молекул были подобны точным

уменьшенным моделям самолетов, которые делают дети. То есть они были кусками проволоки, дерева, пластика и клея. Я видел целый чердак, забитый отвергнутыми микробиологическими моделями, изготовленными из пружинок, магнитов, большого количества фольги и тому подобного. Некоторые физики девятнадцатого века делали похожие модели внутреннего строения природы, которые можно потрогать руками, модели, построенные с помощью блоков, пружинок, веревок и сургуча. Однако в более общей форме, модель в физике – это, скорее, то, что можно

держат в голове, а не в руках. Но даже и в этом случае существует странная смесь зрительного и математического. Заглянем в хороший учебник, скажем, “Волновую механику” Н. Мотта и И. Снеддона. Там мы найдем такие предложения:

“Следующая идеализированная проблема весьма поучительна, хотя и не относится ни к одному реальному физическому явлению” (стр. 49).

“Сперва будем считать, что ядро имеет бесконечную массу” (стр. 54).

“Будем считать молекулу твердым стержнем” (стр. 60).

“Теперь подсчитаем уровни энергии электрона в атоме, когда он внесен в магнитное поле. При этом не будем учитывать спина” (стр. 87).

“Для свободных частиц мы можем взять упреждающие или запаздывающие потенциалы или привести результаты к симметричному виду, что не повлияет на конечный результат” (стр. 342).

Последняя цитата явно льет воду на мельницу Картрайта. Три

модели, по крайней мере одна из которых могла бы (логически) быть истинной для физического мира, используются независимо и взаимозаменяемо при решении каждой конкретной проблемы.

Роли моделей

Предположим, мы говорим, что существуют теории, модели и явления. Естественно было бы сказать, что модели — вдвойне модели. Они являются моделями явлений и моделями теорий. То есть теории всегда очень сложны для нас, чтобы различить их следствия, так что мы упрощаем их с помощью

математически разрешимых моделей. В то же самое время эти модели являются приближительными представлениями вселенной. В этой картине то, что Кун называет артикуляцией, частично становится делом построения моделей, которыми могут оперировать человеческий разум и известная вычислительная техника. Это приводит к следующей концепции.

1. Явления реальны, мы видим как они происходят.

2. Теории истинны, или по крайней мере нацелены на истину.

3. Модели – посредники, которые покрывают некоторые аспекты реальных явлений, соединяя их с помощью упрощающего математического аппарата в теории, управляющие явлениями.

В этой картине явления реальны, а теории нацелены на истину, часто бывая очень близкими к истине. Конечно, существуют примеры именно такого отношения. Картрайт замечает, что существуют также примеры и многих других типов отношений. Она подробно описывает некоторые из них. Здесь я упоминаю лишь два из них, не повторяя ее примеров.

Реализм о чем?

Данные вопросы тесно связаны с научным реализмом. По большому счету, Картрайт антиреалистка относительно теорий. Некоторое основание этому дают модели. Она замечает, что модели не только выводимы из теории, в которой они формулируются, но что физик может использовать в целях удобства некоторое количество взаимопротиворечащих моделей в рамках одной и той же теории. И все же эти модели — единственное доступное формальное представление феноменологических законов, которые мы считаем

истинными. Она говорит, что у нас больше ничего нет, кроме этих феноменологических законов. Наше формальное моделирование этих законов все же не может быть истинным, поскольку они не являются взаимно непротиворечивыми. Нет также и хорошего основания полагать, что какой-либо из них в целом лучше, чем остальные. Ни один из них не поддерживает ту теорию, в рамках которой он выдвигается. Более того, модели часто бывают устойчивыми по отношению к изменениям в теории, то есть модель остается, а теория отбрасывается. В

противоречивых моделях больше локальной истины, чем в более высоких теориях.

Можно сказать, что это замечание о современной стадии развития науки. Утверждается, что реалист говорит в идеале о будущем. Может наблюдаться сходимость к теориям, которые с помощью упрощающих моделей мы связываем с феноменологическими законами. Это истина, к которой мы стремимся. Я отвечаю на это, используя индуктивный вывод. Начиная с 1840 года каждый год только в каждодневной физической практике используется больше

(несовместимых) моделей явлений, чем их использовалось в предыдущем году. Идеальной целью науки является не единство, а величайшая множественность.

Это замечание может сочетаться с восхищением по поводу проектов, которые пытаются объединить науку. Открытие Фарадеем магнитооптического эффекта служит уроком всем нам. Стефен Хокинг, великий космолог, назвал свою инаугурационную лекцию в Кэмбриджском университете “Виден ли конец теоретической физики?” Он считает, что да, у нас будет одна общая

теория. Но тут же добавляет, что это не коснется большинства физиков, которые должны будут заниматься прикладной физикой, исследуя то, что происходит в каждом отдельном случае.

Приближение

Отношение моделей к теории и явлениям сложны и разнообразны. Приближения кажутся более прямолинейными. Однако Картрайт показывает, что это не так. Наша обычная идея аппроксимации заключается в том, что мы начинаем с чего-либо истинного и, чтобы избежать полной путаницы,

записываем уравнение, которое лишь приблизительно правильно. Хотя и есть такие приближения в сторону от истины, существует гораздо больше приближений к истине. Во множестве теорий математической физики существует структурное представление, использующее некоторые уравнения на чисто гипотетическом уровне, те уравнения, которые уже являются упрощениями неразрешимых уравнений. Для того, чтобы приспособить их хоть к какому-нибудь уровню феноменологического закона, существуют возможности бесконечных аппроксимаций. Кто-то,

изрядно провозившись, обнаруживает, что одно приближение прекрасно соответствует явлениям. Теория ничего не говорит о том, что мы должны использовать именно это приближение. Теория не говорит, что оно истинно. Но оно истинно, если что-либо вообще является истиной. Картрайт утверждает, что теория сама по себе не содержит истины, она помогает нам мыслить, но является всего лишь представлением. Если и имеется какая-либо истина, то она заключается в приближениях, а не в основополагающей теории.

Мир

Картрайт заключает свое вводное эссе, ссылаясь на различие Пьером Дюгемом двух образов мысли (упоминаемое в его работе 1906 года): глубокого, но узкого французского ума и широкого, но неглубокого английского ума. (Здесь мы не будем вдаваться в отдающие шовинизмом уловки и долго задерживаться на том, что математическая физика времен Дюгема развивалась немцами, широкое физическое моделирование, на которое ссылается Дюгем, часто осуществлялось шотландцами, а Лагранж, к примеру, гордился своим итальянским происхождением).

“Французский ум [пишет Картрайт – Я. Х .] видит вещи элегантным, унифицированным образом. Он берет три закона движения Ньютона, закон притяжения и превращает их в прекрасную абстрактную математику Лагранжа. Английский ум, по словам Дюгема, — полная противоположность этому. Он изобретает нечто из шестеренок и блоков и следит за тем, чтобы веревки не перпутались. Он помнит одновременно тысячу различных деталей, не налагая на них абстрактного порядка или организации. Различие между

реалистом и мной почти теологическое. Реалист думает, что Создатель вселенной работал как французский математик. Но я считаю, что у Бога неточный английский ум” (стр. 19).

Мне самому больше нравится аргентинский миф Борхеса о библиотеке. Бог не писал Книгу Природы, как представляли себе старые европейцы. Он написал библиотеку, каждая книга которой очень коротка и при этом противоречит всем остальным книгам. Ни одна книга не избыточна. Для каждой книги существует доступный человеку кусочек

природы, такой, что именно эта книга, а не какая-либо другая делает возможным понимание, предсказание и влияние на то, что происходит. Это далеко от неточности, это Новое Мировое Лейбницианство. Лейбниц говорил, что Бог выбрал мир с максимизированным многообразием явлений, отбирая при этом простейшие законы. Это так, но лучший способ максимизировать явления и иметь простейшие законы — это сделать законы противоречащими друг другу, когда каждый применяется к тому или

этому явлению, но ни один не применяется ко всем сразу.

13. СОЗДАНИЕ ФЕНОМЕНОВ

Одна из ролей эксперимента настолько отрицается философами науки, что для нее даже нет названия. Я называю это созданием феноменов (явлений). Традиционно говорят, что ученые объясняют явления, которые они встречают в природе. Я говорю, что они часто создают явления, которые

впоследствии становятся
центральными элементами теорий.

Слово “феномен” имеет долгую философскую историю. В эпоху Возрождения некоторые астрономы пытались “спасти явление”, то есть создать систему вычислений, которая бы согласовывалась с известными закономерностями. Не все восхищались этим. Кто сравнится в презрении с Фрэнсисом Бэконом, в 1625 году писавшем в своем эссе “Предубеждения”: “Они подобны астрономам, которые для того, чтобы спасти явления, выдумывали эксцентриситеты, эпициклы и целую машинерию орбит, хотя сами не

верили, что эти вещи существуют”. Несмотря на это, удивительно, что великий французский историк и философ науки, известный антиреалист Пьер Дюгем выбрал то же самое слово для названия одной из своих книг: “Спасти явления” (1908 г.). Бас ван Фраассен использовал это название для главы своей книги “Научный образ”. Эти авторы учат, что теория предоставляет формализм для погружения феноменов в согласованный порядок, но теория, там где она распространяется за пределы явления, не имеет отношения к какой-либо реальности.

Они считают само собой разумеющимся то, что явления открываются наблюдателем и экспериментатором. Как же я могу утверждать, что основная роль эксперимента — это создание явлений? Разве я предлагаю обсудить некоторый вариант окончательного идеализма, в котором мы производим явления, полагаемые даже Дюгемом “данными”? Наоборот, я считаю, что создание явлений больше соответствует твердолобому научному реализму.

Филологический экскурс

Слово “феномен” имеет древнее философское происхождение. В Греции оно обозначало вещь, событие или процесс, который может быть виден, и происходит от глагола “являться”. С самого начала это слово использовалось для того, чтобы выражать философские мысли о видимом и реальности, и было философским минным полем. И все же оно имеет вполне определенный смысл в обычных научных работах. Явление *достойно внимания* . Явление *различно* . Обычно явление — событие или процесс определенного типа, которое

происходит регулярно при определенных обстоятельствах. Явление или феномен может также обозначать уникальное событие, которое мы выделяем как особо важное. Если мы знаем регулярность, проявляемую в явлении, мы выражаем ее в законоподобном обобщении. Сам факт такой регулярности иногда называется явлением.

Несмотря на такое употребление, множество античных мыслителей придерживалось того мнения, что феномены — изменяющиеся предметы чувств, в противоположность сущностям

(essences), постоянной реальности. Таким образом, явления противопоставлялись реальности. Тогда как такой современный позитивист, как ван Фраассен, придерживается мнения, что явления – *единственная* реальность. Слово “явление” находится как бы между этими двумя учениями.

Эллинистические писатели противопоставляли феномены ноуменам, вещам в себе. Кант перенес это противопоставление в современную философию и сделал ноумены непознаваемыми. Вся естественная наука стала наукой феноменов. Затем был расцвет

позитивизма, полагавшего, что непознаваемое может не приниматься в расчет, как если бы оно не существовало. Слово “феномен” стало обозначать для некоторых эмпирических философов чувственные данные – частные, личные, относящиеся к ощущениям. Феноменализм, по словам Дж. С. Милля, означает то, что вещи – лишь постоянные возможности ощущения и что внешний мир состоит из реальных и возможных данных чувств.

Слово “феноменология” было предложено в 1764 году физиком Дж. Х. Ламбертом как название для

науки о явлениях, но с тех пор слово
разделилось на два совершенно
разных значения. Философы знают,
что “Феноменология духа” Гегеля
(1807 г.) – это исследование того, как
разум развивается, проходя
различные стадии познания себя как
явления, но, в конце концов,
постигает себя как реальность. В
начале этого века слово
“феноменология” было взято в
качестве названия для немецкой
школы философии, самым
знаменитым из которой был
Гуссерль. Меня настолько обучили
этому философскому смыслу слова,
что когда я выступал с лекцией по

этому предмету в серии “Перспективы” университета Нотр-Дам (о чем вспоминаю с благодарностью), я с удивлением услышал на физическом факультете о желании взять на работу феноменолога. Феноменология — важная часть физики твердого тела и физики элементарных частиц. Если бы вы хотели проверить написанное мной о мюонах и мезонах в главе 8, вы бы наверняка воспользовались классической ссылкой на такую книгу, как например, “Мезоны и поля” Х. Бете. Там вы найдете обсуждение мюонов, за которым следует длинный раздел по

феноменологии. Мое использование слова “феномен” (“явление”) – такое же, как у физиков. Его следует максимально отделять от философского феноменализма, философской феноменологии и частных, мимолетных чувственных данных. Явление для меня – нечто публичное, регулярное, возможно законоподобное, но, может быть, и исключительное.

То есть образцом для моего использования слова служат физика и астрономия. Наблюдатели звезд эпохи Возрождения имели в виду как регулярно наблюдаемые движения сфер, так и особые явления,

например, затмение Марса, которое, как они надеялись, окажется выводимым из некоторого законообразного устройства небес. Но, конечно, астрономы были также и философами, которые были ближе к грекам в использовании обертонов слова феномен. Феномены были “видимостями” (“appearances”). Историк науки Николя Жардэн рассказывал мне, что Кеплер считал недостатком солнечной системы то, что при наблюдении мы видим явления, — то, где по видимости движутся планеты, — а не истинные положения и пути небесных тел.

Решение явлений

Иногда слова старых астрономов о спасении явлений звучали вполне серьезно, но я думаю, что задолго до Бэкона эти слова зачастую использовались с некоторой иронией. В семнадцатом веке научное использование слова “явление” распространилось на все то, что называлось “явлениями природы”. Это включало как закономерности, так и то, что наши современные страховые компании продолжают называть божьими делами: такие бедствия, как например, землетрясение. Даниэль Дефо говорит о дневной видимости звезд как о явлении. Явлением может

быть скорее аномалия, чем то, что известно как регулярность.

Выражение “спасать явления” (“to save the phenomena”) претерпело смысловые сдвиги. Его корни можно проследить до древних греков, затем встретить его у римлян, использовавших глагол *salve* (спасать). В английском языке семнадцатого века он трансформировался не в глагол *save*, а в глагол *solve*, так что, например, Дэвид Юм писал о “решении явления” (“the solution of the phenomenon”). Это также обозначало “объяснение явлений”, что было полностью противоположно тому,

что Дюгем имеет в виду под спасением явлений. Таким образом, всякий, кто надеется, что филология даст урок философии, должен себя осаживать.

Не потерялась ли здесь родословная слова “явление” настолько, что нет возможности придать ему тот смысл, который придаю ему я? Напротив, этимология моего значения на редкость согласована, а также совпадает с основным современным значением этого слова, используемым в естественных науках. В восемнадцатом веке слово “phenomenon” употреблялось в

английском языке преимущественно в моем смысле. Можно было бы подумать, что его использование у Беркли служит контрпримером, поскольку в настоящее время его называют феноменалистом, сводившим внешний мир к чувственным данным. Совсем наоборот. В книге *Siris* (1744), написанной им в конце жизни, он употреблял это слово 40 раз. Эта книга — замечательный, хотя и несколько сумасшедший трактат обо всем, начиная с запоров, включая науку и кончая верой в Бога. Беркли использует фразу “явление природы” в обычном для своего времени

значении, для обозначения известных закономерностей. Конечно, Беркли считал, что все явления – видимости (appearances), но не потому что он считал их чувственными данными! В философских частях своей книги Беркли пытается опровергать английских философов естественных наук, работавших в традиции Бойля и Ньютона. Он предоставляет совершенно нематериалистическое и несколько антиреалистическое описание решения явлений, но его замечания следуют из его теорий материи и причинности, а не из некоего нестандартного смысла этого

слова, в котором само “явление” обозначает чувственно данное.

Здесь можно вполне положиться на словари. Оксфордский энциклопедический словарь (ОЭС), который представляет собой богатое месторождение примеров, часто ошибается относительно философских слов, потому что он отражает тот анахронический стиль философствования, который был принят в том городе, где была написана эта великая книга. Так, в ОЭС говорится, что слово “явление” стало обозначать “прямое содержание чувственного опыта” с

момента выхода в свет книги “Действующие силы человеческого разума” Томаса Рида (1788 г.). Но это неправильное прочтение того места, на которое ссылается словарь. Рид говорит о явлениях природы, и так же как Беркли, в качестве стандартного примера рассматривает действие магнита на стрелку компаса. Это действие не есть “прямое содержание чувственного опыта”, как утверждает словарь, но наблюдаемая закономерность природы. Рид защищает традиционную ньютоновскую линию, ставшую впоследствии частью позитивизма Конта, а именно

то, что решение явления представляет собой описательные законы, но ничего не говорит о действующих причинах.

Именно немецкой философии мы обязаны возрождением “философского” смысла слова “феномен”, которое стало принятым в английской школе феноменализма и континентальной школе феноменологии. Парадоксально, что если бы британцы придерживались взгляда своих мэтров, таких как Беркли или Рид, они бы никогда не впали в крайности эмпирицизма.

Эффекты

Когда физики встречаются в теории и эксперименте с поучительными явлениями, они начинают называть их эффектами. Я не знаю, когда это началось, но к 1880-м годам это стало всеобщей практикой: эффект Фарадея или магнитооптический эффект, эффект Комптона, эффект Зеемана, фотоэлектрический эффект, аномальный эффект Зеемана, эффект Джозефсона. Эверитт отмечает, что Максвелл говорит об эффекте Пельтье в своей “Теории тепла” (1872 г.). Может быть, с этого момента началось использование этого слова.

“Эффекты”

начали

действительно скапливаться в физике начиная с середины 1880-х годов. Это можно было бы использовать в качестве симптома новой эпохи в самой физике. Что такое эффект, и почему люди начали называть что-либо “эффектами”? Возьмем, к примеру, эффект, обнаруженный Е. Г. Холлом в 1879 году, когда он занимался исследованиями в новой физической лаборатории Роулэнда при Университете Джона Хопкинса. Роулэнд попросил Холла исследовать некое замечание, сделанное экспромтом Джеймсом Клерком

Максвеллом. В “Трактате по электричеству и магнетизму” Максвелл писал, что когда проводник с током помещен в магнитное поле, то поле действует на проводник, а не на ток. В недавнем исследовании эффекта Холла Дж. З. Бухвальд использует этот случай для того, чтобы восстановить дух теории Максвелла того времени. Холл предположил, что Максвелл имел в виду изменение сопротивления проводника или образование разности потенциалов под действием [магнитного] поля. Холлу не удалось подтвердить первый из этих эффектов, но в конце концов он

подтвердил второй. Он получил разность потенциалов на золотом листе, на прямой, перпендикулярной к напряженности магнитного поля, и току. Начальные объяснения этого явления оказались ошибочными, потому что использование других проводников создает разницу потенциалов в направлении, противоположном направлению в случае с золотом. Сам Холл описывал этот эффект как явление — так же, как это делается во множестве стандартных словарей по физике, которые начинают статью “эффект Холла” словами “явление, которое ...”. В своей дневниковой

записи за 10 ноября 1879 года, описывая некоторые экспериментальные успехи, Холл писал:

“Казалось неосторожным поверить, что открыто *новое явление*, но теперь, когда прошло почти две недели и эксперимент был успешно повторен при разных обстоятельствах ..., уже можно заявить, что магнит в самом деле действует на электрический ток или, по крайней мере, на электрическую цепь, и этот эффект никогда явно не наблюдался и не был доказан.”

Только одно замечание, которое возникло из теоретической перспективы Клерка Максвелла, заставило Холла насторожиться. То, что он обнаружил, было не тем, что ожидал найти Максвелл. Открытие также не было сделано в ходе проверки теории. Это было исследованием, как если бы Максвелл заявил, что в неисследованных водах может быть остров.

Явления и эффекты относятся к одному типу: это закономерности, достойные упоминания. Слова “явления” и “эффекты” могут часто быть синонимами, и все же они

указывают в разных направлениях. Слово “явления” вызывает из полусознательных хранилищ языка события, описываемые талантливым наблюдателем, который не проникает в мир, а наблюдает за звездами. Эффекты напоминают нам о великих экспериментаторах, в честь которых эффекты называются: мужчин и женщин, комптонов и кюри, проникавших в суть природных процессов, для того чтобы создать закономерности, которые, по крайней мере поначалу, могли считаться регулярными (или аномальными) лишь по отношению к

будущему теоретическому
основанию.

Создание явлений

Обычная точка зрения: Холл не создавал своего эффекта! Он обнаружил, что прохождение тока через золотой лист создает разность потенциалов на прямой, которая перпендикулярна вектору напряженности магнитного поля и току. Он и другие исследователи позже изучали ответвления этого эффекта. Что, например, происходит с образцами, отличными от золота, или с полупроводниками? Вся эта работа требовала мастерства. Вся

аппаратура была произведена вручную, при этом был сделан ряд изобретений. Но мы склонны считать, что явления, обнаруженные в лаборатории, представляют собой части Божьего рукоделия, которое еще предстоит открыть.

Такой подход естественен с точки зрения философии, определяемой теорией. Мы формулируем теории о мире. Мы делаем предположения относительно различных законов природы. Явления суть закономерности, следствия этих законов. Поскольку наши теории направлены на то, чтобы добывать истину о вселенной — Бог писал

законы в Своей Книге до начала времен, — то из этого следует, что явления всегда существовали, ожидая своего открытия.

Я же, напротив, полагаю, что эффект Холла не существует вне аппаратуры определенного типа. Ее современный эквивалент стал технологией, производимой надежным и единообразным способом. Эффект, по крайней мере в чистом состоянии, может быть реализован только в подобных приборах.

Это звучит парадоксально. Разве ток, проходящий по проводнику

под прямым углом к магнитному полю, не производит потенциал в любом уголке природы? И да, и нет. Если в природе имеет место такое сочетание условий, без мешающих причин, тогда имеет место эффект Холла. Но нигде вне лаборатории не наблюдается такое чистое сочетание условий. В природе происходят события, являющиеся следствием эффекта Холла и множества других эффектов. Но этот способ описания явлений как взаимодействия или результирующей некоторого числа различных законов, ориентирован на теорию. Это описание говорит о том, как мы анализируем сложные

явления. Не стоит представлять себе, будто Бог запускает эффект Холла левой рукой, некий другой эффект – правой рукой, а затем определяет результат. В природе просто имеется сложность, которую мы можем удивительным образом анализировать. Мы делаем это, различая в уме большое количество различных законов. Мы делаем это, наблюдая в лаборатории чистые, изолированные явления.

У нас есть идея большого количества законов природы, складывающихся в “результатирующий”. Эта метафора исходит из механики. Имеется одна

сила и другая сила, один вектор и другой вектор, и с помощью двух угольников можно нарисовать диаграмму, которая покажет, что происходит в результате. Однако Джон Стюарт Милль уже давно заметил, что этот факт из механики не подлежит обобщению. Большая часть науки отлична от механики.

В эпоху Возрождения слово “явление” означало по преимуществу солнечные и астрономические закономерности и аномалии. Те, кто не разделяют моей фантазии, могут представлять, что задолго до того, как Бог создал Солнце и Землю, он имел в уме некоторую

Универсальную Теорию Поля. Когда он создавал небо и землю, то они были подчинены гравитационным и другим полевым принципам. С тех пор, по нашим представлениям, законы существовали всегда. Но явления или то, что старые астрономы называли явлениями, не существовали до того момента, как была сотворена наша часть вселенной. Я считаю, что также и эффект Холла не существовал до тех пор, пока Холл не понял, как его выделить, очистить и создать в своей лаборатории. Чтобы привести более свежий пример, напомним, что 20 лет назад во вселенной не

существовало мазеров и лазеров. Может быть это и не так, может быть, существовал один или два (некоторые космологические явления недавно были объяснены как мазерные). Теперь же во вселенной имеются десятки тысяч лазеров, большая часть которых находится в пределах трех или четырех миль от того места, где я сейчас пишу.

Редкость явлений

Не случайно, что в эпоху Возрождения слово “явление” применялось преимущественно по отношению к небесным событиям. Не случайно также, что теперь

астрономия – наиболее уважаемая из древних эмпирических наук. Одна из хороших, хотя и непроверенных гипотез заключается в том, что огромное разнообразие гигантских земляных сооружений, каменные кольца, Стоунхендж, храмы народа Майя и т. п. объекты, разбросанные по всем частям света, были построены огромной ценой, для того чтобы изучать звезды или приливы. Почему старая наука почти на каждом континенте развивалась, начиная с изучения звезд? Потому, что лишь небо предоставляет некоторые явления непосредственно, а все другие добываются – с

помощью тщательного исследования и сопоставления. На фоне всеобщего хаоса только планеты и более отдаленные тела подчиняются правильной комбинации сложных закономерностей.

Но разве Бог не предоставил человечеству возможность заметить другие явления, отличные от небесных, такие как приливы и другие периодические явления, например, менструацию? Мне скажут, что мир полон очевидных явлений. В связи с этим будут приводить всякого рода аргументы пасторального характера. Но все они по-преимуществу упоминаются

городскими философами, которые ни разу в жизни не собирали зерно и не доили козу. (Множество моих размышлений о недостатке явлений в мире происходят из моих ранних утренних наблюдений за дойкой нашей козы Медеи. Годы ежедневных наблюдений помешали нам сделать какие-либо истинные обобщения относительно Медеи, разве, может быть, то, что “Она часто своенравна”.) Когда я говорю, что в мире мало явлений, мне приводят в ответ традиционные практические знания матерей и охотников, моряков и поваров. И все же, когда мы говорим с романтиком, который

советует нам стать мудрее и вернуться к природе, нам советуют не подмечать ее явления, а стать частью ее ритма. Кроме того, большая часть вещей, которые называются природными, например, дрожжи для закваски хлеба, имеют длинную технологическую историю.

За пределом планет, звезд и приливов, в природе существует достаточно мало явлений, ожидающих своего наблюдения. Каждый вид растений и животных имеет свои привычки, и я полагаю, что каждая из них может быть названа явлением. Может быть, история природы также полна

явлений, как и ночное небо. Каждый раз, когда я говорю, что в природе существует столько-то явлений, которые предстоит наблюдать, скажем 60, мне мудро напоминают о существовании и других явлений. Но даже тот, кто составит самый длинный список, согласится, что большинство явлений современной физики было изготовлено. Явления, относящиеся к видам — например, заключающееся в том, что лев-самец во время охоты лишь страшно рычит, сидя неподвижно у своего жилища, в то время как самки преследуют и загоняют испуганную газель, — относятся лишь к единичным

курьезным случаям. Но явления физики – эффект Фарадея, эффект Холла, эффект Джозефсона служат ключами, открывающими вселенную. Люди создают ключи, но также, видимо, и замки, которые ими открываются.

Эффект Джозефсона

Было давно известно, что при температуре около 4°K происходит масса занятных вещей. Вещества становятся сверхпроводящими, так что сменив тепловой режим и индуцируя ток в замкнутой электрической цепи, можно получить вечный электрический ток.

Что произойдет, если сверхпроводники будут разделены тонким листом электроизолятора? Что произойдет, если два сверхпроводника будут соединены батареей? В 1962 году Брайан Джозефсон предсказал, что между двумя сверхпроводниками, разделенными изолятором, будет течь ток. Более того, если присоединить батарею, то возникнет режим автоколебаний.

Эффект Джозефсона выводим из теории сверхпроводимости, которую пятью годами ранее выдвинули Дж. Бардин, Дж. Н. Купер

и Дж. Р. Шриффер (теория BCS^{*}).
Сверхпроводимость – это движение пар электронов, называемых куперовскими парами, которые не встречают никакого препятствия в охлажденном теле. Для того чтобы ток прекратился, все куперовские пары должны одновременно остановиться. Это происходит так же часто, как закипание воды в холодильнике.

Когда сверхохлажденное тело нагревается, электроны разделяются, блуждая заходят в атом или что-либо еще и останавливаются. Джозефсон понял, что куперовские пары будут проходить через изолятор, создавая

ток Джозефсона. Возможно, что этот удивительный эффект не был бы установлен, если бы уже не существовала теория BCS. Такая гипотеза могла бы показаться теперь анахронизмом, поскольку основная идея связана с квантованием электронного потока, о котором в то время много говорили. Только недавно квантование потока стало “очевидным” следствием теории BCS. Каковы бы ни были реальные тонкости, связанные с фактами, мы можем отметить все разнообразие явлений. Фарадей обнаружил свой магнитооптический эффект, потому что надеялся найти взаимодействие

между электромагнетизмом и светом. Холл обнаружил свой эффект, потому что электродинамика Максвелла предполагала, что должно существовать два или три взаимодействия. Джозефсон обнаружил свой эффект, сделав блестящий вывод из теоретических посылок. Холл не “подтверждал” теории Максвелла, хотя и добавил еще один факт в духе Максвелла. Джозефсон в самом деле подтвердил новую теорию сверхпроводимости, но не потому, что теория дает наилучшее объяснение этого явления, а потому, что никому бы не пришло в

голову создавать именно это явление без теории.

В последнем абзаце я сменил способ выражения: от нахождения эффекта к созданию явления. Это сделано намеренно. Эффект Джозефсона не существовал в природе до тех пор, пока у людей не было соответствующей аппаратуры. Эффект не предшествовал теории. Разговоры о создании явлений становятся наиболее убедительными, когда явление предшествует какой-либо сформулированной теории, но это не обязательно. Множество явлений создается после теории.

Эксперименты не идут

Нет более известного изречения, чем утверждение о том, что экспериментальные результаты должны быть повторяемы. На мой взгляд, это звучит как тавтология. Эксперимент — это создание явлений, а явления должны обладать различной закономерностью, так что эксперимент, который не повторяем, не может создать явление.

У студентов другой опыт. Больше не существует общего мнения о том, что теоретический курс “надо оценивать” в лаборатории:

эксперименты не идут, числа нужно подгонять, реагенты не реагируют, колония бактерий не растет. Лабораторию нужно усовершенствовать!

С этой проблемой сталкиваются не только на стадии обучения. В моем университете есть некий очень сложный и дорогой прибор X. Таких приборов в мире очень мало, может быть, только наш прибор работает очень хорошо. Это такой прибор, для работы с которым нужно заказывать время за год вперед, и ваша заявка будет бесконечно обсуждаться, после чего вам разрешают поработать на

приборе два дня. Молодой энтузиаст А получает с помощью прибора Х впечатляющие результаты. Признанный и опытный в той же области специалист В приезжает поработать два дня и терпит неудачу. Он предлагает с пристрастием посмотреть на результаты работы А. В самом ли деле А получил то, о чем он заявляет, или он всех обманывает? (Это подлинная история, основанная на случае, произошедшем с некоторым профессором, на чью работу мне довелось писать рецензию).

Конечно, в настоящее время некоторые лабораторные курсы

просто ужасны. Порой уже старый В не имеет нужной сноровки, а может быть, молодой А действительно вводит всех в заблуждение. Тем не менее, парадоксальность обобщения заключается в том, что большая часть экспериментов большую часть времени “не идут”. Игнорировать этот факт означает забыть то, в чем, собственно, заключается эксперимент.

Экспериментирование означает создание, производство, уточнение и приведение к устойчивости явлений. Если явления были бы разнообразны по своей природе и их также легко можно было бы собирать, как лесные

ягоды, то было бы удивительно, если бы эксперименты не шли. Но получение устойчивых явлений — тяжелый процесс. Вот почему я говорю о создании, а не просто об открытии явлений. Это долговременная трудная задача.

Или, скорее, это бесконечное число различных задач. Среди них — разработка эксперимента, который бы пошел, а также обучение тому, как сделать так, чтобы эксперимент пошел. Но, наверное, подлинное мастерство заключается в том, чтобы понять, когда эксперимент в самом деле идет правильно. Это одно из объяснений того, почему

наблюдение, в научно-философском смысле этого слова, играет относительно малую роль в экспериментальной науке. Описание эксперимента у оксфордских философов, выглядящее как считывание и записывание показаний приборов, не имеет отношения к реальности. То, что имеет реальное значение, — это необыкновенная способность замечать все странное, неправильное, поучительное или искаженное в причудливом поведении приборов. Экспериментатор — не “наблюдатель” в смысле традиционной философии науки, а скорее бдительная и

наблюдательная личность. Только когда экспериментатор наладит свои приборы, он может получать и записывать наблюдения. Но это уже пикник в конце пути.

Ученик в школьной лаборатории в основном приобретает (или не приобретает) умение распознавать удачный ход эксперимента. Уже все продумано, все разработано, все собрано, но чего-то все равно не хватает. Умение распознавать правильный ход эксперимента конечно включает понимание того, как работает аппаратура, что позволяет знать, как ее настроить. Лабораторный курс, в

котором все эксперименты прошли удачно, был бы прекрасным с точки зрения технологии, но не научил бы абсолютно ничему в проведении эксперимента. С другой стороны, не удивительно, что молодой энтузиаст А получает результаты, а знаменитый В не получает их. Дело в том, что А имел возможность лучше узнать аппаратуру, он сам изготовил какие-то ее части и помучился, исправляя неполадки. Все это неотъемлемая часть знания того, как создать явление.

Повторение экспериментов

Мнение об обязательной воспроизводимости эксперимента давно считается фольклором. Это породило философскую псевдопроблему. Очевидно, что многообразие экспериментов более убедительно, чем повторение одного и того же события. Таким образом, философы пытались либо показать, что повторения настолько же важны как и первый эксперимент, или стремились объяснить с помощью теории вероятностей, почему повторения менее ценны. Это псевдопроблема, поскольку, грубо говоря, никто никогда не повторяет эксперимента. Обычно серьезные

повторения эксперимента являются попытками сделать то же самое лучше – породить более устойчивый, менее зашумленный вариант явления. При повторении эксперимента обычно используются разные виды оборудования. Время от времени люди просто не верят в результаты эксперимента и пытаются повторить его вновь. Примером могут служить истории, связанные со свободными кварками, а также работа по гравитационным волнам. Двадцать лет назад появилось сенсационное сообщение о том, что некоторый вид червей можно научить делать лабиринты, и если

скормить обученных червей их собратьям, то и эти каннибалы будут хорошо делать лабиринты. Эксперимент повторили, поскольку никто не поверил в результаты. И тоже вполне обоснованно.

В школах и институтах эксперименты повторяются до тошноты. Цель этих ученических упражнений никогда не заключается в том, чтобы проверить или разработать теорию. Их цель состоит в том, чтобы научить людей тому, как стать экспериментаторами и отсеять тех, для кого экспериментальная работа вряд ли будет подходящей профессией.

Может показаться, что существует одна область, в которой эксперименты должны повторяться. Это имеет место тогда, когда мы пытаемся провести точные измерения таких природных констант как, например, скорость света. Может показаться, что мы должны проделать множество замеров и усреднить их. Как еще мы могли бы определить то, что свет движется со скоростью $299792,5 \pm 0,4$ км/с? Но даже в такой области ожидается именно лучший эксперимент, а не повторение менее удачных попыток на менее совершенном оборудовании. К. Д.

Фроом и Л. Эссен пишут в своем обзоре “Скорость света и радиоволны” следующее (стр. 139):

“Мы повторим нашу философскую позицию относительно экспериментальных измерений. Их наиболее важная цель состоит в повышении точности измерений, так чтобы систематические ошибки могли бы быть измерены и устранены. Опыт показывает, что широко применяемое усреднение неизменно оставляет систематические погрешности, о которых мы не подозреваем. Мы не видим преимущества в том, чтобы использовать огромное количество

измерений, как это делалось в классических методах оптики и в некоторых других современных измерениях. Мы так же считаем неоправданным брать дисперсию по отношению к среднему вместо того, чтобы вычислять ее по единичному наблюдению, поскольку остаточная систематическая погрешность не устраняется при использовании дополнительных измерений.”

С точки зрения точности, единственными измерениями, которые превзошли измерения Эссена (1950), а также Хансена и Бола (1950), были измерения Фроома 1958 года.

14. ИЗМЕРЕНИЯ

Представляется, что человечество всегда занималось измерениями. Разве вавилонские землемеры не были предшественниками геометров? Отчеты о наблюдениях за положениями планет с точностью до многих шестидесятеричных цифр можно обнаружить в глубокой древности. Историки науки когда-то говорили, что Галилей был, скорее, платоником, больше работавшим головой, чем экспериментатором,

работавшим руками, но позже были обнаружены некоторые его точные численные наблюдения за ускорениями тел, движущихся по наклонной плоскости. Мы видели, как Гершель проводит год своей зрелой жизни в бесконечных измерениях отражений, преломлений, степеней прохождения света или теплового излучения. Для обнаружения трансверсального электрического потенциала Холлу понадобились точные измерения тока. Измерения, связанные с брэгговской дифракцией рентгеновских лучей, открыли дорогу к молекулярной биологии.

Поскольку измерения являются очевидной частью научной жизни, некоторая доля скептицизма здесь не повредит. Разве роль измерения в физике была всегда такой? Хорошо ли мы понимаем смысл наиболее точных, элегантных, и восхитительных измерений в истории науки? Является ли измерение неотъемлемой частью научного разума, или оно представляет лишь философский интерес? Меряется ли в измерениях нечто реально существующее в природе или просто порождаются артефакты нашего теоретизирования?

Странности

Мои самые нелепые волнения начались, когда я увидел одну почтовую открытку в музее истории науки Оксфорда. На этой открытке была репродукция картины шестнадцатого века, называвшейся “Измерители”. Хранитель музея, наверное, считал, что эта открытка прекрасно дополняет его превосходную коллекцию медных инструментов, современную картине. Дама измеряет свое платье. Строитель измеряет количество гравия. Песочные часы меряют время. Вокруг лежат секстанты, астролябии и инструменты для

черчения. С другой стороны, никто ничего не измеряет. Строители не обращают внимания на уровень гравия в ящике. Никто не видит, как падает песок в песочных часах. Дама прикладывает свой метр к одежде, но метр провисает, так что платье кажется даме сантиметров на тридцать длиннее, чем на самом деле.

Может быть эта картина — пародия. Или дама только начала мерять свое платье. Кто-то хочет взять астролябию. Строители скоро поймут, что измерительный ящик скоро переполнится. На песочные часы кто-то посмотрит. Или это

только мы можем из другого времени
расшифровывать эту картину одним
из этих двух способов – как пародию
или как остановленное начало?
Понятны ли нам старые цели
“измерения”?

Гершель измерял пропорции
света и тепла, передаваемые
различными веществами с
точностью до тысячной. Мы
сомневаемся, что он мог проводить
измерения света с такой точностью,
и знаем, что это было бы невозможно
для тепла. Что же делал этот
осторожный, ньютонианского духа,
индуктивист в 1800 году со своими
неимоверными преувеличениями?

Конечно, получаемые им числа не были результатом применения теории погрешностей. Если посмотреть на еще более раннее время, чтобы связать установленные числа и сделанные наблюдения, то историки будут еще более озадачены. Может быть, Галилей был первым, кто размышлял о средних величинах, и прошло много времени, прежде чем использование среднего арифметического, или просто усреднения, стало обычным делом для экспериментаторов. К 1807 году Гаусс разработал теорию ошибок (погрешностей), и астрономы стали ее использовать. Хотя во всех

современных физических измерениях требуется указание ошибок, за пределами астрономии физики не заявляли об оценках погрешности вплоть до 1890-х годов (или даже позже).

Наше понимание чисел и измерения становится ясным и несомненным только к концу девятнадцатого века. После 1800 года стало появляться огромное количество чисел, особенно это было заметно в общественных науках. В своей фундаментальной статье “Функция измерений в физических науках” Кун предлагает говорить о второй научной революции, во время

которой был “математизирован” целый ряд физических наук. Он относит это событие к периоду между 1800 и 1850 годами и считает, что к 1840 году измерение, как мы его теперь представляем, заняло свое фундаментальное место в науке.

Природные константы

Возможно, что поворотной точкой послужил 1832 год, когда Чарльз Бэббедж (1792-1871), изобретатель цифрового вычислителя, написал короткую брошюру, в которой призывал опубликовать таблицы со всеми константами, известными в науках и

ремеслах. По его замыслу, должны были быть опубликованы все известные константы, которых насчитывается около 20 типов. Бэббэдж начал с известного списка астрономических величин, удельных весов, атомных весов и тому подобного. Здесь были также и биологические, географические и антропометрические числа: длины рек, количество дуба, которое человек может напилить за час, средняя длина костей некоторых видов существ, число студентов в разных университетах и книг в больших библиотеках.

Черчилль Эйзенхарт из Бюро Стандартов США однажды в разговоре со мной высказал предположение, что статья Бэббеджа ознаменовала начало современной идеи “природных констант”. Он не имел в виду, что константы были не известны до Бэббеджа. Сам Бэббедж перечисляет множество недавних источников тех или иных чисел. Одна фундаментальная константа – g ньютоновской гравитации – была известна по крайней мере с 1798 года. Суть заключается в том, что Бэббедж суммирует эту работу, официально устанавливая то, что было в умах множества его современников, а

именно, что мир может быть

определен набором чисел, которые можно назвать константами.

Точные измерения

Ежедневная практика измерений может не требовать объяснения. Без довольно тонких измерений Холл не смог бы заметить влияние тока и поля на потенциал. Он мог бы для начала нуждаться только в качественном эффекте, но без довольно точных измерений его последователи не смогли бы заметить разницы между проводниками, а также определить “угол Холла” как характеристику различных веществ. Существует,

однако, другой класс измерений, представляющих большие проблемы. Он включает множество великих исторических измерений.

Мы должны реконструировать тексты, чтобы узнать больше о замечательной идее Аристарха Самосского, предложившего измерить диаметр Земли, смотря в полдень в колодец, и производя некоторые перемещения по пустыне.

* Но о том, как и почему Кавендиш “взвесил Землю” в 1798 году, известно очень много. Работа Физо о скорости света (1847 г.) – шедевр точности. Ее непосредственным

продолжением был метод Майкельсона, использовавший дифракционные решетки, что позволило увеличить точность измерений на много порядков. Еще одной вехой было измерение Милликеном заряда электрона в 1908-1913 годах.

В чем был смысл этих уникальных экспериментов? Ими восхищаются по крайней мере по двум причинам. Во-первых, они были исключительно точными и не оспорены до сих пор. Во-вторых, каждый исследователь произвел новый блестящий метод. Каждый экспериментатор проявил свой гений

не только в выдвижении блестящей экспериментальной идеи, но и в том, чтобы заставить ее работать, часто путем изобретения многочисленных экспериментальных концепций и технологических новшеств.

Эти два простых ответа могут быть недостаточными. Почему важна точность? В чем суть этой замечательной способности в получении очень точных чисел, которые сами по себе не значат слишком много? Для начала давайте не будем слишком обобщать. Как это всегда бывает при изучении эксперимента, нет одного ответа на все вопросы.

Первое следствие эксперимента Милликена заключается в численном подтверждении гипотезы о существовании минимального количества электрического заряда. Он обнаружил, что заряд на его маслянных каплях был кратен одной и той же величине. Из этого был сделан вывод, что минимальный заряд должен быть зарядом электрона. Милликен ожидал именно этого, но в те дни, когда об электронах только начали что-то узнавать, этот результат был весьма важен. В этом контексте точное значение заряда электрона e было не так уж важно. По словам самого

Милликена, он был в состоянии представить “прямое и осязаемое доказательство того, что все электрические заряды, каким бы образом они ни были получены, в точности кратны одному определенному элементарному электрическому заряду...”. Конечно, Милликен был очень горд тем, что смог “провести точное измерение величины элементарного электрического заряда...” Я не сомневаюсь и в справедливости слов, произнесенных в речи перед присуждением ему Нобелевской премии, что “точным измерением величины заряда Милликен оказал

физике неоценимую услугу, поскольку знание этой величины позволит нам с большой точностью вычислить многие важные физические константы”. Но если быть скептиком относительно точных измерений, способность измерения порождать другие измерения вряд ли может служить убедительным аргументом в пользу точности.

В 1908 году можно было бы сомневаться в том, что существует определенный минимальный отрицательный заряд e . Но когда в 1798 году Кавендиш “взвесил Землю”, никто не сомневался, что у

нашей планеты есть удельный вес. Триумф Кавендиша заключался в том, что он измерил это представляющееся невзвешиваемым количество. Это не только удовлетворяло внутреннее любопытство, но позволяло путем нехитрых рассуждений получить гравитационную константу g . На самом деле, Ньютон с самого начала понимал, как можно измерить эту величину (*Principia* , Книга 3, предложение 10). Он также предлагал эксперименты, которые позже были проделаны французской экспедицией в Эквадоре около 1740 года. Эта экспедиция получила

довольно хорошие результаты, замеряя углы, на которые отклонялся от вертикали отвес под действием такого большого естественного объекта, как гора Чимборазо. Работа Кавендиша была более значимой, поскольку при определении g он смог применить новую экспериментальную идею (которую не он сам придумал), в соответствии с которой использовались искусственные веса.

Существует некоторая аналогия между работой, которую проделал Кавендиш, и измерениями скорости света Физо в 1847 году. В 1675 году Ремер оценил скорость света по

наблюдениям затмений лун Юпитера. Он плохо знал межпланетные расстояния, поэтому он ошибся на 20%, но (по аналогии с Милликеном) показал, что скорость света конечна (эта величина теперь обозначается как c). В конце века в распоряжении Гюйгенса было достаточно астрономических данных, чтобы получить хорошее значение c . К 1847 году скорость света была получена методом Ремера для всех мыслимых целей.

В чем же заключалась позиция Физо? Конечно, важно чтобы разные методы давали одни и те же результаты. Если бы Физо получил

ответ, радикально отличающийся от результатов по методу Ремера, мы были бы отброшены назад в догалилеевскую эпоху, в которой скорость света на Земле была другой по сравнению с остальной солнечной системой. Что более важно, Кавендиш и Физо работали в лаборатории с искусственными инструментами. Это бы не прошло с лунами Юпитера или горой Чимборазо. В лаборатории происходит то, что я называю созданием явлений. В лабораторных условиях можно произвести устойчивые численные явления,

которыми можно замечательно управлять.

Через небольшое время Физо проделал еще один эксперимент. Как изменится скорость света при прохождении через трубку с текущей водой? Будет ли скорость просто суммой скоростей света и воды? Его исходная позиция была связана с теорией эфира, основы которой я даю в следующей главе. Замысел Физо (если, конечно, так можно говорить о 1852 годе) состоял в том, чтобы сравнить ньютоновскую теорию и теорию относительности. В своей популярной книге 1916 года “Теория относительности”

Эйнштейн, написав о двух способах сложения движения, замечает: “В этом месте нам служит путеводной звездой очень важный эксперимент, который был проделан замечательным физиком Физо более полувека назад и который с тех пор был повторен многими лучшими экспериментальными физиками, так что мы уже не можем сомневаться по поводу результата”. Затем Эйнштейн упоминает о том, что теория этого явления была дана Лоренцем, и продолжает так: “Это обстоятельство ни в коей степени не уменьшает окончательность эксперимента как решающей проверки теории

относительности, поскольку
электродинамика Максвелла-
Лоренца, на которой была основана
исходная теория, никоим образом не
противоречит теории
относительности”. Замечательное
утверждение: эксперимент,
проведенный более пятидесяти лет
назад, оказался решающей проверкой
совершенно новой теории! Это
замечание вдвойне странно,
поскольку результат Физо не
создавал проблем для традиционной
теории эфира, и, как мы увидим в
следующем разделе, Майкельсон и
Морли, “повторившие” этот
эксперимент в 1886 году, думали, что

они подтвердили существование классического ньютоновского эфира. То, что мы имеем, — это замечательный способ измерения, который исследователи использовали в своих целях. Одна цель — это доказательство правильности той теории, которая вам нравится. Другая цель — это развитие более хитрых вариаций методики, самым знаменитым примером которой стала работа Майкельсона 1881 года. В этом случае мы можем сказать, что даже такой великий теоретик, как Эйнштейн, с готовностью использовал наугад старые эксперименты.

“Теория другими средствами”

В книге ван Фраассена “Научный образ” говорится о том, что “подлинное значение теории для работающего ученого определяется тем, как ее можно использовать в разработке эксперимента” (стр. 73). Он продолжает обсуждать пример Милликена и пишет, что “эксперимент — это продолжение теории другими средствами” * .

Может показаться, что эти два замечания противоречат друг другу. Может быть, у него было представление об опыте, который сам вытаскивал себя за волосы,

осуществляя теорию другими средствами, для того, чтобы делать больше экспериментов. Это не такое уж плохое описание примера Милликена, потому что с использованием значения e становятся возможными совершенно различные эксперименты.

Афоризм относительно “теории другими средствами” основан на следующей идее. Теория предполагала, что существует электрон, и электроны имеют определенный заряд. Но здесь в теории существует пробел: никакое теоретическое рассуждение не даст нам значения e . Мы выдвигаем

теорию “другими средствами”, проводя экспериментальное определение величины e . Это очень привлекательная метафора, но мне не хочется придавать ей большого значения. Кавендиш определил значение гравитационной константы g , но не продвинул ньютоновской теории ни на йоту. Конечно, можно посмотреть на вопрос следующим образом. Ньютоновская теория содержит утверждение о том, что сила притяжения F между двумя массами m_1 и m_2 , находящимися на расстоянии r друг от друга, определяется как

$$\underline{m}_1 \underline{g}_2$$

$$F = g \cdot r^2$$

Но значение константы g просто не является частью теории. Найдя значение g , Кавендиш не развил теории. На самом деле g – уникальная природная константа. Как я уже вкратце замечал, большая часть физических констант связана законами физики с другими константами. Это важный факт для определения каждой константы. Однако g не связана вообще ни с чем более.

Конечно, мы надеемся, что g окажется связанной с чем-либо. Сила тяжести, электромагнитные силы, так же как сильные и слабые взаимодействия, может быть, и будут объяснены когда-нибудь в рамках одной правдоподобной теории или, например, с помощью идеи, вытекающей из некоторых размышлений П. А. М. Дирака пятидесятилетней давности. Предположим, что возраст вселенной около 10^{11} лет, тогда можно предположить, что сила тяжести становилась меньше по сравнению с электромагнитной силой на 10^{-11} своей величины каждый год. Эту

разницу вполне можно замерить с помощью современной техники. Такие измерения могут научить нас очень многому о мире, но это не будет продолжением ньютоновской теории или какой-либо другой теории, другими средствами.

Вклад Милликена в теорию электрона более значителен, чем вклад Кавендиша в теорию гравитации, не потому что он заполнил пустоту в теории. Скорее потому, что он подтвердил существование минимального электрического заряда. Теперь очевидно, что я разделяю убеждение ван Фраассена, отвергавшего модель

науки, в которой экспериментаторы сидят рядом с теоретиками, ожидая, когда их попросят проверить, подтвердить или опровергнуть теории. Конечно, им приходится часто подтверждать теории, даже если это, как в случае с Милликеном, и не является изначальным мотивом. Мне представляется, что отношение опыта Милликена к теории состоит в том, что он подтвердил широкий спектр возможных размышлений по поводу того, что существует минимальный отрицательный электрический заряд, скорее всего, связанный с гипотетическим объектом, называемым электроном.

Он также определил величину этого минимального заряда, но это число не имело отношения к теории. Как говорится в приведенном выше фрагменте из нобелевской речи, значение этого открытия заключалось в более точном определении других констант, которые, в свою очередь, оказали не очень большое влияние на развитие теории.

Существуют ли точные природные константы?

Единственным великим философом, знакомым с измерением, был Ч. С. Пирс,

который долгое время работал в службе береговой и геодезической разведки США и Лоуэлловской обсерватории в Бостоне. Он разработал прекрасные маятниковые эксперименты для нахождения g . В отличие от кабинетных ученых, он с презрением относился к постулату о том, что “некоторые непрерывные величины имеют точные значения”. В 1892 году в эссе “Пересмотр учения о необходимости”, вошедшем в большинство антологий Пирса, он писал следующее:

“Тому, кто находится за сценой и знает, что наиболее точные сравнения масс, длин и углов, далеко

превосходящие по точности все другие измерения, все же менее точны, чем банковские счета, и то, что обычные определения физических констант, которые появляются каждый месяц в журналах, стоят в одном ряду с измерениями драпировщиками ковров и занавесей, идея математической точности, демонстрируемая в лаборатории, покажется просто смешной”.

У Пьера Дюгема можно найти похожее положение. Он считал природные константы артефактами нашей математики. Мы порождаем теории, в которых есть пробелы,

такие как g . Но конкретное значение g не есть объективный факт о нашей вселенной. Это качественный факт о том, что наша вселенная может быть представлена определенными математическими моделями и, исходя из этого, возникает другой качественный факт о том, что существует нечто вроде точного числа, которое согласуется наилучшим образом с нашей математикой. Эта мысль лежит в основе язвительного антиреализма Дюгема относительно теорий и природных констант.

Подтверждение в смысле наименьших квадратов

Не были ли введены в заблуждение Дюгем и Пирс тем, что имели дело с периодом, когда константы были не точны? Не совсем так. Посмотрим на то, что на протяжении последнего десятилетия было множеством наиболее широко принятых констант, рекомендуемых международному сообществу комитетом по данным науки и технологии. У редакторов, Коэна и Тэйлора, было большое количество фундаментальных констант, основанных на работе главных национальных лабораторий мира. Данные подразделялись на следующие типы: “более точные”,

“менее точные БКЭД данные” и “менее точные КЭД данные”. КЭД обозначало работу с использованием квантовой электродинамики, а БКЭД обозначало работу без использования квантовой электродинамики. Наконец, было еще некоторое количество “других менее точных величин”. В последнем разделе мы встречаем нашу знакомую, гравитационную константу g . Относительно нее известно, что “в настоящее время не существует каких-либо верифицированных теоретических уравнений, связывающих g с какой-либо другой физической константой. Таким

образом, она может и не иметь непосредственного отношения к результирующим значениям нашего упорядочивания” (стр. 698).

Что мы в основном делаем с другими константами — это определяем отношения пар констант. Таким образом, открытие в 1962 году эффекта Джозефсона (см. гл. 13), произвело радикальное изменение в точных измерениях, поскольку этот эффект предоставил удивительно простой способ определения величины e / h , отношения заряда электрона к константе Планка. К 1972 году точное значение отношения массы электрона к массе

мюона стало известно с точностью до пятого знака. Само это отношение было определено, исходя из других отношений.

В итоге было получено большое количество численных оценок констант, после чего перешли к оценкам по методу “наименьших квадратов”. Грубо говоря, было постулировано, что все теории в рамках определенной группы являются истинными (например, КЭД или БКЭД). Таким образом, образовалось большое количество уравнений, связывающих большое количество чисел. Естественно, что числа не вполне подходили ко всем

уравнениям. Затем мы нашли точное приписывание чисел, которое делает истинными все уравнения и которое минимизирует ошибки во всех наилучших независимых оценках различных констант и отношений констант. Естественно, что все на самом деле несколько более сложно, поскольку мы приписываем нашим измерениям разные уровни точности. “Наилучшее соответствие”, вместе с которым автоматически получается оценка частных ошибок, предоставляет одну оценку всех констант, за исключением, быть может, нескольких одиночек, таких

как “первая” константа науки, то есть g .

Эффект Джозефсона изменил одно множество первоначальных оценок, которые все были “скорректированы”. Этот процесс никогда не кончается: “Тем не менее, после опубликования поправки 1973 года число новых экспериментов было пополнено, давая улучшенные значения для некоторых констант... Нужно понимать, однако, что поскольку поправки, основанные на методе наименьших квадратов, связаны сложным образом и изменение в измеренной величине одной константы обычно приводит к

соответствующим изменениям в значениях других, необходимо быть осторожным при выполнении вычислений, использующих таблицу поправок 1973 года и результаты более поздних экспериментов.”

Несомненно, что когда появятся следующие приближения по методу наименьших квадратов (а это произойдет очень скоро), целая сеть из теории и чисел покажется на некоторое время более удовлетворительной. И все же скептик может настаивать на том, что все, что при этом делается, — это нахождение наиболее удобного набора чисел, которые можно

подогнать под наши константы. Может быть, и всю эту процедуру можно представить по-дюгемовски. В любом случае, мы вряд ли сможем назвать эту специфическую форму определения констант “продолжением теории другими средствами”.

Измерение всего

Кун говорит, что страсть к измерениям относительно нова. При этом он цитирует Кельвина: “Я часто говорю, что когда вы можете измерить то, о чем вы говорите, вы знаете что-то об этой вещи. Когда вы не можете ее измерить, ... то ваши

знания скудны и
неудовлетворительны”. Поскольку
Кельвин говорил это часто,
существовали и искаженные версии
его слов. Карл Пирсон вспоминает
“утверждение Кельвина о том, что у
вас может быть только плохое и
неясное представление о явлении до
тех пор, пока вы не измерили его и
не превратили в числа”. Если кто-то
думает, что энтузиазм по поводу
измерений остался не затронутым
идеологией, то пусть обратит
внимание на следующий кусок из
длинных графоманских виршей о
лаборатории Райерсона в Чикаго,

ставшей местом проведения опытов Майкельсона:

*Это теперь Райерсона закон,
что миру назначил цену:*

*Мерять учись, человек, а не то
проиграешь войну.*

Пирсон, Кельвин и лаборатория Райерсона существовали в конце девятнадцатого века, который начался просто с водопада чисел. Теперь мир воспринимается более количественным образом, чем когда-либо. Мир представляется составленным из численных величин. Каковы были последствия

фетишизации точности измерения для развития естественных наук? Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны обратиться к уже упоминавшемуся эссе Куна “Функция измерения в современной физической науке”, переизданному в его “Существенном напряжении” (“The Essential Tension”).

Функция измерения

Почему нужно измерять? Один из ответов можно найти в попперовской диалектике гипотез и опровержений. В соответствии с этим мнением, эксперименты служат для того, чтобы проверять теории.

Лучшие эксперименты подвергают теории наибольшему риску. Следовательно, точные измерения должны соответствовать лучшим экспериментам, поскольку измеряемые числа скорее всего, будут конфликтовать с предсказанными.

Ребенок в сказке Андерсона сказал, что король гол. Кун подобен этому ребенку. Поскольку, несмотря на всю пышность идеи о гипотезах и опровержениях, то, о чем говорит Поппер, почти никогда не происходит. Точные измерения делаются не для того, чтобы проверять теории. Кавендиш вообще не проверял теории тяготения, он

определял g . Физо получил лучшее значение скорости света, а затем использовал технологию, которую он разработал для этой цели, чтобы исследовать (а не проверять) возможность того, что свет может иметь различные скорости, которые будут зависеть от скорости среды, в которой он движется. Только 60 лет спустя Эйнштейн случайно обнаружил, что этот опыт служит “решающей проверкой”. В более банальных делах числа, определяемые в лаборатории, обычно не используются для того, чтобы подвергать суду теорию. Как настаивал Кун, эксперименты

обычно имеют успех, если в них с некоторой точностью получаются числа, которые ученые более или менее ожидали получить.

В таком случае, большинство измерений есть то, что Кун называет нормальной наукой. Хорошие измерения требуют новых технологий и, таким образом, предполагают решения множества загадок экспериментального характера. Измерения проясняют детали известного материала. Следует ли из этого, что фетишизация измерений, пик которой пришелся на эпоху Кельвина, не имела никакого воздействия на

науку, за исключением того, что делала более интенсивной научную деятельность? Совсем не так. Кун суммирует функцию измерения следующим образом. “Я верю, что в девятнадцатом веке математизация физики породила в большой степени уточненные профессиональные критерии решения проблем и одновременно очень сильно увеличила эффективность профессиональных процедур верификации” (стр. 220). В сноске он упоминает “эзотерические качественные различия”, которые привели к отбору трех проблем: фотоэлектрический эффект,

излучение черного тела и удельные теплоемкости. Квантовая механика дала решение этим проблемам. Кун отмечает ту скорость, с которой первая версия квантовой теории была принята “профессионалами”. Он написал бесподобную книгу о второй из этих проблем, “Теория твердого тела и квантовая прерывность (1894-1912)”.

Мои комментарии по поводу книги Куна таковы. Нужно отличать функцию измерения от заявляемых поводов для измерения. У экспериментаторов самые разные причины для проведения измерений. Усилия по измерению

вознаграждаются, когда экспериментаторы изобретают остроумные системы измерения. Однако практика измерения имеет побочный продукт, которого ни в коей мере не ожидал Кельвин, Пирсон и лаборатория Райерсона. Вдруг оказывается, что некоторые числа, полученные в экспериментах, вопреки ожиданиям не согласуются. Это — аномалия, которую иногда даже называли “эффектом”. Чем больше фетишизировалась точность, тем чаще встречались “эзотерические трудности”. На самом деле, их появляется не так уж много, и эти завораживающие редкие

аномалии составляют фокус профессионального решения проблем. Когда кто-либо предлагает новую теорию, ее задача – объяснить эти “эзотерические различия”. Затем существуют быстрые тесты, которые должна пройти теория. Они являются эффективными процедурами верификации, о которых пишет Кун, и они являются частью его позиции относительно научных революций.

Не будем переоценивать эту историю о функциональности. Это не вся история. Конечно, множество экспериментов изобретается специально для того, чтобы

проверять теории. Создается специальная аппаратура, чтобы сделать проверки более убедительными. Философия тоже оказывает некоторое воздействие. В дни Кельвина процветал старый позитивизм, который искал факты, и когда описывались эксперименты, говорили о том, что пытаются найти сложные числовые факты. Сейчас процветает философия Поппера, и когда кто-нибудь описывает свой эксперимент, то говорит, что пытается проверить теорию (иначе он не получит материальной поддержки!). Добавим к этому, что куновское описание измерений

существенно не отличается от описания Поппера. Точные измерения обнаруживают явления, которые не согласуются с теориями, в результате чего предлагаются новые теории. Но в то время как Поппер рассматривает это как явную цель экспериментатора, Кун считает это побочным продуктом. На самом деле, его описание этой “функции” очень сходно с тем, что в социальных науках называлось функционализмом.

Функционализм

Часто говорят, что философия Куна превратилась в социологию.

Это неправильно, если имеется в виду эмпирическая социология. Кун не получил ни одной теоремы вроде следующей: “Если в лаборатории работает более, чем N человек, а доля молодых специалистов, приходящих на работу в лабораторию и оставляемых здесь, есть k , то доля тех, кто переходит на другую работу, есть $1-k$ ”. Хотя Кун и не эмпирический социолог, он до некоторой степени старомодный спекулятивный социолог. Некоторые из таких социологов, называемых функционалистами, обнаруживают иногда тот или иной устоявшийся порядок в обществе или субкультуре.

Они не будут спрашивать, как этот порядок возник, но захотят узнать, почему он сохраняется. Будет сделано предположение, что исходя из других свойств группы, этот порядок обладает некоторыми достоинствами, которые способствуют сохранению самого общества. Эта функция данного порядка. Она может быть непонятной членам общества, но мы должны понимать этот порядок в терминах его функций.

Так же и Кун, который отмечает возрастающую роль измерений в физике. Он предполагает, что только к 1840 году математизация стала

всеобъемлющей. Кун спрашивает не то, как это произошло, а почему это сохраняется. Циники могут предположить, что измерения предоставляют ученым некое занятие. Кун говорит, что аномалии, которые неизбежно возникают в области точных измерений, фокусируют дальнейшую деятельность ученых даже на том этапе, который он называет кризисом. Они также определяют то, что означает для теории быть хорошей заменой предшествующей теории. Таким образом, измерение – важная ниша в куновском представлении о цикле “нормальная

наука – кризис – революция – новая нормальная наука”.

Официальная позиция

Кун любознателен и любит сокрушать авторитеты. Точные измерения не укладываются в его концепцию, поскольку, по-видимому, точные измерения констант стали самодостаточным миром исследований. Благодаря эффекту Джозефсона, “1 июля 1972 года Национальное Бюро Стандартов США приняло точное значение $2 e / h = 483593,420 \cdot 10^9$ Гц/В для установления узаконенного или

поддерживаемого значения вольт в США” (стр. 667). Существует, по крайней мере, еще 11 других таких же определений вольт, по данным 11 больших национальных лабораторий в Японии, Канаде и т. д. Не было бы абсурдным существование и 12 различных региональных определений “вольт”, поскольку проблема частично заключается в том, что когда экспериментатор хочет получить точное значение вольт, он должен обратиться в ближайшую лабораторию или применить “передвижные температурно-управляемые транспортные

стандарты для вольта”. Вот пример одной философии измерений: она появляется в конце обзора Коэна и Тейлора, упоминавшегося выше, “Приближение с помощью метода наименьших квадратов, полученное в 1973 году”: “Мы считаем, что в области фундаментальных констант должна быть проведена большая работа и что романтике следующего десятичного знака нужно отдаться со всей страстью не ради ее самой, но ради новой физики и более глубокого понимания природы, которая здесь еще скрывается от нас” (стр. 726).

15. БЭКОНИАНСКИЕ ТЕМЫ

Фрэнсис Бэкон (1560-1626) был первым философом экспериментальной науки. Хотя он и не внес особого вклада в научное знание, большинство его методологических идей живы и поныне, как, например, идея “критического эксперимента”.

Бэкон родился в семье придворного во времена долгого правления Елизаветы I. (“Когда королева спросила его, сколько ему лет, то он, хотя был еще совсем ребенком, учтиво ответил, что ему ‘на два года меньше, чем

благодатному правлению Ее Величества”)). Он был главным судебным обвинителем своей эпохи, преследуя в равной степени “преступников и интересы выгоды”. (“Он никогда не унижал преступивших закон и даже не стремился возвышаться над ними, а был мягкосердечен, как будто одним глазом сурово смотрел на типический случай, а другим глазом, полным жалости и сострадания, — на личность). Он брал взятки и был уличен (“Я был самым справедливым судьей в Англии за последние 50 лет, но это был самый справедливый

приговор парламента за последние 200 лет”).

Бэкон видел, что наблюдение природы учит нас меньше, чем эксперимент. (“Секреты природы открываются нам гораздо охотнее под напором нашего умения, чем когда мы идем у них на поводу”). Он был до некоторой степени прагматиком. (“Следовательно, в данном случае истина и польза — одно и то же, а сами исследования имеют большую ценность как залог истины, чем как средство сделать жизнь удобнее”). Он призывает нас экспериментировать, чтобы “растрясти складки природы”.

Нужно “подергать льва за хвост”. Бэкон ссылается не больше не меньше как на царя Соломона: “Слава Божия – облекать тайною дело, а слава царей – исследовать дело” * . Он учил, что истинный смысл этих слов в том, что каждый исследователь есть царь.

Муравей и пчела

Бэкон презирал схоластические и книжные попытки выводить знание из начальных принципов. Вместо этого, полагает он, мы должны создавать понятия и находить истины более низкого уровня общности.

Наука должна строиться снизу вверх. Бэкон не предугадал ценности теоретизирования, порождения гипотез и математических вычислений, которые с тех пор научились использовать, не ожидая, пока какая-либо система проверок станет доступной. Но когда он выражает презрение по отношению к авторам, которые выходят за пределы фактов, он имеет в виду не новую науку, а схоластику. Тем не менее, к нему плохо относились многие современные философы, признававшие примат теории. Они называли его индуктивистом. И все же именно Бэкон сказал, что “делать

заклучение исходя из простого перечисления примеров (как делают логики) без испытания его посредством контрпримеров — значит делать неверное заключение”. Бэкон называл индукцию через простое перечисление ребячеством. Будучи философом эксперимента, Бэкон не очень хорошо укладывается в простую дилемму индуктивизма и дедуктивизма. Он стремился исследовать природу во что бы то ни стало. “Не следует разочаровываться или смущаться, если эксперименты, которые вы пытаетесь проделать, не отвечают вашим ожиданиям. Ведь несмотря на то, что успешный

эксперимент и был бы более приемлемым, неуспешный часто более поучителен”. Таким образом, Бэкон уже понимал обучающую ценность опровержения. Он видит, что новая наука будет союзом экспериментальной и теоретической деятельности. В духе своего времени он выражает мораль аналогией из жизни насекомых:

“Экспериментаторы подобны муравьям, они только собирают и используют; теоретики подобны паукам, которые ткут свои паутины из себя самих. Пчела выбирает средний путь: она собирает материал с полевых и садовых растений, но

преобразует и переваривает его, используя свои собственные силы. Подлинное занятие философией чем-то похоже на этот путь, поскольку оно основывается не только на силе ума, но и на материале естественной истории и механических экспериментов, и не просто целиком закладывает этот материал в память, но лишь изменив и переварив его в своем восприятии”.

“Следовательно, — продолжает он, — основываясь на более близкой и чистой связи между этими двумя способностями, экспериментальной и рациональной (которая никогда

еще не была реализована), можно надеяться на многое”.

В чем же величие науки?

Союз между экспериментальными и рациональными способностями во времена пророчеств Бэкона едва зарождался. В наше время Пол Фейерабенд спрашивал, во-первых, “Что такое наука?”, а во-вторых, “В чем величие науки?” Я не нахожу, что второй вопрос действительно важен, но, поскольку мы иногда видим нечто великое в естественной науке, можно ответить на этот вопрос словами Бэкона. Наука – это союз

двух способностей, рациональной и экспериментальной. В 12-й главе я подразделил то, что Бэкон называл рациональными способностями, на теоретизирование и вычисление, утверждая, что это разные способности. Величие науки заключается в том, что она есть сотрудничество между различными типами исследователей: теоретиками, вычислителями и экспериментаторами.

Бэкон привык бичевать догматиков и эмпириков. Догматики были людьми чистой теории. Большинство догматиков в те дни имели спекулятивный склад ума,

многие эмпирики были по-настоящему талантливыми экспериментаторами. Каждая из групп исследователей поодиночке приобрела мало знания. Что характерно для научного метода? Он соединяет эти две возможности с помощью третьего человеческого дара, того, который я назвал артикуляцией и вычислением. Даже чистые математики приобрели что-то от этого сотрудничества. После успехов в Древней Греции математика оставалась бесплодной до тех пор, пока она вновь не стала “прикладной”. Даже теперь, несмотря на то, что большая часть

чистой математики все еще имеет силу, большинство тех, кто внес вклад в глубокие “чистые” идеи — Лагранж, Гильберт или кто-либо еще, были как раз теми исследователями, которые были ближе всего к фундаментальным проблемам физики того времени.

Замечательный факт, касающийся современной физики, заключается в том, что она создает коллективный человеческий артефакт, давая простор трем фундаментальным человеческим интересам: спекуляции, вычислению и эксперименту. Участвуя во взаимодействии этих трех

направлений, она обогащает каждый из них, что иначе было бы невозможно.

Таким образом, мы можем оценить те сомнения по отношению к социальным наукам, которые некоторые из нас разделяют. Эти науки по-прежнему находятся в области догматики и эмпирии. Хотя здесь невероятное количество “экспериментирования”, но по сей день оно не выявило ни одного стабильного явления. Здесь существует бесконечное множество спекуляций. Существует даже множество работ по математической психологии или математической

экономике, по чистым наукам, которые имеют слабое отношение и к спекуляции, и к экспериментированию. Я далек от того, чтобы как-то оценивать положение дел. Может быть, все эти люди создают новый тип человеческой активности, но многие из нас чувствуют некоторую ностальгию или грусть, когда рассматривают общественные науки. Может быть, это происходит потому, что им не хватает того, чем так хороша относительно молодая физика. Социальные науки не испытывают недостатка в экспериментировании, они не

ИСПЫТЫВАЮТ НЕДОСТАТКА В
ВЫЧИСЛЕНИЯХ, ОНИ НЕ ИСПЫТЫВАЮТ
НЕДОСТАТКА В ТЕОРЕТИЗИРОВАНИИ, НО
ИМ НЕ ХВАТАЕТ СОЧЕТАНИЯ ЭТИХ ТРЕХ
КОМПОНЕНТ. Я ПОДОЗРЕВАЮ, ЧТО ОНИ И
НЕ БУДУТ СОЧЕТАТЬСЯ ДО ТЕХ ПОР, ПОКА У
СОЦИАЛЬНЫХ НАУК НЕ БУДЕТ НАСТОЯЩИХ
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, ПО ПОВОДУ
КОТОРЫХ МОЖНО ТЕОРЕТИЗИРОВАТЬ, – НЕ
ПРОСТО ПОСТУЛИРУЕМЫХ
“КОНСТРУКТОВ” И “КОНЦЕПТОВ”, А
ОБЪЕКТОВ, КОТОРЫЕ МОЖНО
ИСПОЛЬЗОВАТЬ, КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ
ЧАСТЬЮ НАМЕРЕННОГО СОЗДАНИЯ НОВЫХ
СТАБИЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ.

Преимущественные примеры

Незавершенный “Новый органон” Бэкона (1620 г.) содержит интересную классификацию того, что он называл преимущественными примерами (prerogative instances). Среди них поражающие и достойные внимания наблюдения, разного рода измерения, а также использование микроскопов и телескопов, усиливающих наше зрение. Они включают те способы, с помощью которых мы открываем, по сути, невидимое, используя их взаимодействие с тем, что мы можем наблюдать. Как я заметил в главе 10, Бэкон не говорит о наблюдении, а также не считает важным различать

между теми примерами, которые есть просто в́ дение, и теми, которые выведены из тонких экспериментов. Конечно, его понимание примеров в целом больше похоже на то, как в современной физике говорят о наблюдении, чем на понятие наблюдения в позитивистской философии.

Критические эксперименты

Четырнадцатый вид примеров Бэкона – это решающие примеры *Instantiae crucis* , которые позже стали называться критическими экспериментами (crucial experiments).

* Более буквальный и, может быть, более точный перевод этого слова был бы “примеры перекрестков” (instances of the crossroads). Старые переводчики используют вместо этого слова “примеры-указатели” (“instances of the fingerposts”), поскольку Бэкон “взял соответствующие слова, напоминающие столбы на развилках, указывающие в нескольких направлениях”.

Дальнейшая философия науки сделала критические эксперименты абсолютно решающими. Ситуация стала представляться так, будто

соревнуются две теории, причем единственный тест окончательно решает дело в пользу одной теории за счет другой. Стали утверждать, что даже если победившая теория не окажется истинной, по крайней мере, будет отброшена конкурирующая теория. Но это не то, что Бэкон говорит о примерах-указателях. Бэкон ближе к истине, чем более современные теории науки. Он говорит, что примеры-указатели “проливают довольно много света и имеют большой вес, работа по интерпретации порой на них заканчивается или даже завершается ими”. Я подчеркиваю

слово “порой”. Бэкон заявлял, что только иногда критические примеры бывают решающими. В последнее время стало модным говорить, что эксперименты являются критическими только ретроспективно. В свое время они вообще ничего не решают. Так, например, считает Имре Лакатош. Вследствие этого возникла ложная конфронтация. Если бы философы придерживались здравого смысла Бэкона, мы, наверное, избежали бы следующего противоречия: (а) Критические эксперименты решают окончательно и тотчас же приводят к опровержению одной теории, (б) “В

науке нет критических экспериментов” (Лакатош II, стр. 211). Конечно, Бэкон по праву не согласился бы с Лакатошем, но он так же бы разошелся и с положением (а).

Примеры Бэкона

Примеры самого Бэкона представляют из себя неупорядоченную смесь. В число “примеров-указателей” он включает и неэкспериментальные примеры. Так Бэкон рассматривает “разделение дорог” по отношению к приливам. Должна ли здесь в качестве модели выступать вода,

которая колыхается в сосуде, в одно время поднимаясь с одной стороны, а в другое время – с другой? Или это поднятие воды из глубины, как бывает при кипении, когда вода поднимается и опускается? Спросим жителей Панама, происходит ли на океане отлив и не притекает ли вода в то же самое время к противоположной стороне перешейка. Результат, как считает Бэкон, не является решающей проверкой, поскольку здесь может быть использована вспомогательная гипотеза, поддерживающая одну из теорий, например, та, которая основана на вращении Земли. Затем

он рассматривает другие
соображения относительно
кривизны океанов.

Бэкон замечает, что наиболее критические примеры не предоставляются природой: “в основном, они новые и ищутся определенно и намеренно для того, чтобы обнаружить и применить их благодаря честному и активному усердию”. Его самый лучший пример касается проблемы веса. “Здесь дорога разделяется на две: предметы, имеющие вес, либо увлекаются к центру Земли в силу своей собственной природы, либо они притягиваются массой и телом

самой Земли”. Вот его эксперимент: возьмем маятниковые часы, приводимые в действие свинцовыми гирями, и пружинные часы и синхронизируем их на поверхности Земли. Поднимем их на колокольню или другое высокое место, а затем опустим в глубокую шахту. Если при этом часы не будут показывать одно и то же время, значит это вызвано действием веса и силой притяжения Земли. Это замечательная идея, хотя и практически нереализуемая во времена Бэкона. Видимо, он и не получил бы никакого эффекта и тем самым подтвердил бы ложную теорию Аристотеля о собственном

движении. * Однако тот факт, что нас послали по неверной дороге, Бэкона не очень бы расстроил. Он никогда не заявлял о том, что критический эксперимент должен окончательно разрешить задачу интерпретации. Вас могут всегда отправить по неверной дороге, и вы будете должны пойти вспять, потому что дорожные указатели были неверными.

Вспомогательные гипотезы

Если бы эксперимент Бэкона был бы аккуратно поставлен в 1620 году, можно предположить, что

никому бы не удалось установить разницу во времени на маятниковых и пружинных часах. В то время эти приборы не могли показывать время достаточно точно, а различие между самой глубокой шахтой и самой высокой колокольней, находящейся неподалеку, не было столь велико, чтобы с их помощью установить какое-либо отклонение во времени. Защитник же теории гравитации мог бы отвергнуть результаты опыта, утверждая необходимость более тонких измерений.

Это самый простой способ для того, чтобы спасти гипотезу от отрицательного результата

критического эксперимента. Может показаться, что гипотезу можно всегда так спасти. Существует общее положение, утверждаемое французским философом и историком науки Пьером Дюгемом: всякий раз, когда проверяется та или иная гипотеза, можно защитить предпочитаемую вами гипотезу вводя некоторое вспомогательное предположение относительно метода проверки. В 8-й главе мы видели, что Имре Лакатош считал, что это обстоятельство — самый хороший аргумент в пользу того, чтобы отказаться от идеи о простой и прямой фальсификации гипотезы с

помощью эксперимента. Как он утверждает, “даже самые восхитительные научные теории не могут просто запретить какое-либо наблюдаемое состояние дел” (I, стр. 16). В подтверждение этого положения мы получаем не факт, а “воображаемый случай неправильного поведения планет”. Это защищает дюгемовский тезис о том, что обычно можно залатать теорию с помощью дополнительных гипотез. Когда одна из гипотез оказывается успешной, это означает триумф теории, поскольку в противном случае приходится искать дальнейшие дополнительные

гипотезы. Таким образом, заявляется, что теория не запрещает ничего, поскольку несоответствие наблюдениям мы получаем только путем введения дополнительных гипотез. Это мнение тоже плохо аргументировано и иллюстрирует еще одну разновидность неаккуратности. Из исторического факта о том, что гипотезы иногда спасались, делается вывод о том, что гипотезы можно спасти всегда. Этот тезис аргументируется Лакатошем не столько с помощью некоего воображаемого случая, сколько с помощью порождаемого воображением искажения одного

исторического события. Рассмотрим его подробнее.

В 1814 и 1815 годах Уильям Праут выдвинул два замечательных тезиса. В это время, после Дальтона и других, стало возможным точное измерение атомного веса. Праут предположил, что все атомные веса – это целые кратные атомного веса водорода, так что положив $H = 1$, мы получим, что любое другое вещество будет иметь вес, выражаемый целым числом, например, $C = 12$, $O = 16$. Расхождения между измерениями и целыми числами будут ошибками экспериментов. Во-вторых, все атомы состоят из атомов водорода. Таким

образом, атомы водорода становятся основными строительными кирпичиками вселенной.

Изначально Праут был медиком, интересовавшимся химией. Он был одним из нескольких исследователей, которые приблизительно в одно и то же время сделали предположение о законе Авогадро. Он обнаружил, что в желудке содержится соляная кислота и что она играет большую роль в пищеварении. Он проделал некоторое полезное исследование по биологическим веществам. У него не было никакого теоретического основания для смелой гипотезы о

водороде. Более того, эта гипотеза была на первый взгляд неверной, поскольку установленный атомный вес хлора составлял 35,5. Лакатош использует историю с Праутом в качестве примера того, как гипотезы могут удержаться в море аномалий. Лакатош считал Праута значительной фигурой, ведь он *знал*, что атомный вес хлора 35,5, но все же полагал, что настоящий его вес 36. Затем он просто “поправил” свое утверждение в сноске. На самом деле, Праут просто подогнал числа так, чтобы все выглядело хорошо. Но Лакатош прав, утверждая, что многие талантливые английские химики

придерживались гипотезы Праута, несмотря на неубедительность его чисел. В континентальной Европе, где в то время был возможен более тонкий химический анализ, гораздо меньше людей воспринимали Праута всерьез.

Теперь обратимся к вспомогательным способам спасения гипотез. Лакатош говорит, что никогда не удастся опровергнуть Праута, ведь можно продолжать настаивать на том, что хлор плохо очистили, вследствие чего измерения дают 35,5, несмотря на то, что реальный вес 36. Лакатош приводит воображаемое утверждение: “Если к

газу применяются семнадцать очищающих химических процедур $p_1, p_2, \dots, p_{17}$, то результат будет чистым хлором". Лакатош полагает, что мы можем тотчас отвергнуть такую схему, потребовав применение процедуры p_{18} . Но в реальной жизни дело обстоит совсем не так. После того как возникла озабоченность тем, что британские (целочисленные) атомные веса не совпадают с континентальными, возникли различные комитеты и Эдварду Тернеру поручили разобраться по существу. Он продолжал регулярно получать 35,5, какое-то время он подвергался

критике Праута, утверждавшего, например, что в хлориде серебра может содержаться некоторое количество воды. Был найден метод, исключаящий такую возможность. Вскоре британское ученое сообщество осознало, что атомный вес хлора около 35,5. Исследователи из более совершенных парижских лабораторий, все еще заинтригованные возможностью того, что водород представляет собой строительный кирпичик вселенной и потрясенные тем, что старые результаты относительно атомного веса углерода оказались неверными, попытались проделать эксперименты

заново. Но после длительных усилий стало ясно, что хлор не может иметь атомный вес 36. Больше не было возможности спасти гипотезу, надеясь на лучшую химическую очистку.

Как потом оказалось, гипотеза была почти правильной, но требовала лишь другой исследовательской программы и идеи физического разделения элементов. В начале двадцатого века Резерфорд и Содди показали, что не существует единого атомного веса химических элементов, есть лишь смесь различных изотопов, так что, например, 35,5 — это среднее

нескольких настоящих атомных весов. Более того, почти что верна и вторая гипотеза Праута. Если говорить не о водороде, а об ионах водорода или протонах, то веса всех изотопов являются кратными его веса. Протон оказывается не единственным строительным кирпичиком, но, конечно же, одним из них.

Не стоит думать, что гипотеза Праута “спасена” вспомогательными гипотезами. Процесс устранения аналитической ошибки просто закончился. Атомный вес хлора на Земле около 35,5 и ничто не может изменить этого. Что же касается

открытия изотопов, то они не были новой гипотезой, которая спасла “исследовательскую программу” Праута. Просто Праут был удачливым химическим предвестником физической идеи. Это не имеет никакого отношения к тезису Дюгема.

Критические только задним числом

Оппозиция Лакатоша по отношению к критическим экспериментам отвергает небэконовскую идею о том, что могут существовать решающие тесты, которые отбирают одну теорию и

опровергают другую. Лакатош говорит, что историки признают эксперименты решающими только в ретроспективе. Его методология исследовательских программ учит в точности этому. Если T — это работающая теория в программе Π^* , то мы можем поставить эксперимент для того, чтобы путем проверки сравнить T и T^* . Если T побеждает в этом туре, то для Π^* еще возможно оправиться и предложить более совершенную теорию, которая, в свою очередь, победит T . И только после того как Π^* потерпит окончательное поражение, позже

будет утверждаться, что испытание T^* было критическим.

По более скромной терминологии Бэкона, эксперимент-перекресток можно распознать сразу же. Если испытание было в пользу T , то дорожные указатели говорят, что истина может лежать в направлении Π . Можно лакатошизировать Бэкона, хотя это не очень пойдет на пользу обоим. Представим себе сеть дорог — обычную дорожную карту. У одного пересечения указатель может говорить, что истина лежит в одном направлении, направлении T и Π . Так что мы не идем по дороге Π^* . Эта дорога может позже

пересекаться с дорогой Π . Π^* выдвигает пересмотренную теорию T_1^* . Примеры-указатели, проверяющие T и T^* , могут теперь направить нас на то, чтобы следовать по дороге Π^* . Только если на дороге Π мы никогда больше не пересечем Π^* , то задним числом можно будет сказать, что первый перекресток был решающим.

Это, однако, означает слишком сильно снижать роль эксперимента. Определенные типы экспериментальных находок служат опорными точками, постоянными фактами о явлениях, к которым

будущая теория должна приспособиться и которые в соединении с сопоставимыми теоретическими опорными точками очень часто толкают в одном направлении.

В качестве иллюстрации можно указать на противоречивый эксперимент Майкельсона-Морли. Одно время на него ссылались как на решающий довод для отвержения ньютоновской мысли о том, что все пространство наполнено всепроникающим эфиром. Эйнштейн заменил эту идею теорией относительности. Но сам он мало знал об эксперименте Майкельсона-

Морли, так что история этого эксперимента, конечно же, не имеет отношения к “проверке теорий Ньютона и Эйнштейна”. Лакатош использовал этот факт как центральный пункт для яростных нападок на критические эксперименты. Он также использует его, доказывая, что всякий эксперимент подчинен теории.

На самом деле этот эксперимент — хороший пример бэконовского исследования природы. Он так много раз обсуждался, что так и останется противоречивым, но важно привести и эксперименталистскую точку зрения,

наряду с точкой зрения Лакатоша. С этой целью вспомним про уже давно забытый эфир.

Всепроникающий эфир

Ньютон писал: “Все пространство пронизано упругой средой, или эфиром, который способен распространять звуковые вибрации только с очень высокой скоростью”. Затем он говорит, что свет — это не волны в эфире, скорее эфир — среда, через которую движутся световые лучи. Ньютоновская оптика практически не использовала представление об эфире, а сторонники Лейбница

высмеивали его, называя “оккультной субстанцией”, подобно тому как силу тяжести они называли “оккультной силой”.

Волны : волновая теория стала действительно использовать эфир. Это было четко установлено основателем (или переизобретателем) волновой теории, Томасом Юнгом (1781-1829): “(1) Светоносный эфир наполняет Вселенную, будучи очень разреженным и в высшей степени упругим. (2) Когда тело начинает светиться, в этом эфире возникает волновое движение. (3) Ощущение различных цветов зависит от

различной частоты Вибраций, возбуждаемых Светом на Сетчатке”.

Эфирный ветер : Математика волновой теории была разработана Огюстеном Френелем (1788-1827). Он принял побочное предположение о том, что если свет проходит через среду, которая сама по себе движется в противоположном направлении, то возникнет определенный эффект “ветра”: видимое движение света будет уменьшено. Эта гипотеза каким-то образом была связана с открытием Дж. Допплера (1803-1853), сделанным в 1842 году. Если источник света движется по отношению к наблюдателю, то

возникает изменение в воспринимаемой частоте (цвете). Подобное явление имеет место в волновых процессах разной природы, например, в форме изменения высоты звука в гудке поезда или в сирене.

Астрономическая аберрация :

Звезды находятся не совсем там, где они видны. Эта “астрономическая аберрация” объяснялась различными способами. Френель получил одно объяснение, исходя из теории эфирного ветра. В 1845 году Дж. Г. Стокс выдвинул противоположную идею о том, что движущиеся тела увлекают за собой эфир. “Я

предполагаю, что Земля и другие планеты увлекают за собой некоторое количество эфира, так что эфир, близкий к их поверхностям, находится в состоянии покоя относительно этих поверхностей, но его скорость меняется по мере того, как мы отдаляемся от поверхности, до тех пор, пока, на не очень большом отдалении от нее, она становится нулевой”.

Электромагнетизм : Джеймс Клерк Максвелл блестяще объединил теорию света с теорией электромагнетизма. Он не испытывал большого энтузиазма по поводу идеи эфира, но сделал

заклучение, что “какие бы трудности мы не испытывали при выработке непротиворечивого представления о строении эфира, нет сомнения в том, что межпланетное и межзвездное пространство не пусты, но заняты некоторой материальной субстанцией или телом...” Одна из проблем заключалась в том, что ни одна модель эфира, основанная на представлении об упругом твердом теле, не работала, то есть не объясняла известные законы отражения и двойного преломления.

Беспроволочные волны : В 1873 году Максвелл предсказывал существование невидимых

электромагнитных волн, напоминающих световые волны. Г. Р. Герц (1857-1894) подтвердил эту гипотезу, обнаружив радиоволны. Герц несколько сомневался относительно существования эфира, но его великий учитель Гельмгольц писал в 1894 году после смерти Герца: “Этими исследованиями Герц обогатил физику новыми и очень интересными взглядами на естественные явления. Не может быть больше сомнений относительно того, что световые волны состоят из электрических колебаний во всепроникающем эфире и что этот

эфир обладает свойствами изолятора и магнитной среды”.

Эксперимент

Вот самое короткое из возможных резюме по поводу того времени, когда Майкельсон начал серию своих знаменитых экспериментов. Моя цель состоит в том, чтобы противопоставить описания Лакатоша тем, которые были даны экспериментатором. В 1878 году Максвелл написал статью, которая позже появилась под названием “Эфир” в девятом издании Британской Энциклопедии. Он предложил идею эксперимента

Майкельсона, в то же время считая, что нет надежды осуществить этот эксперимент.

“Если бы было возможным определить скорость света замеряя время, которое он проходит между двумя пунктами на поверхности Земли, мы могли бы, сравнивая наблюдаемые скорости в противоположных направлениях, определить скорость эфира по отношению к этим наземным пунктам. Однако все методы, с помощью которых можно было бы определить скорость света исходя из наземных экспериментов зависят от измерения времени, которое

потребовалось бы свету для пути от одного пункта до другого и обратно. Увеличение этого времени за счет относительной скорости эфира, равной скорости движения Земли по своей орбите, составило бы лишь одну стомиллионную долю всей скорости пересылки и тем самым было бы совершенно неощутимым”.

Идея эксперимента

“Все методы, — говорит Максвелл, — потерпят неудачу”. Но это не так. Майкельсон понял, что мы должны расщепить луч света зеркалом, посеребренным наполовину, и послать половину

лучей в направлении движения Земли, а другую под прямыми углами к этому направлению. Когда они вернутся, можно посмотреть, будет ли наблюдаться интерференция по причине фазового сдвига, вызванного тем, что свет прошел в двух направлениях. Почти никто не верил в исход эксперимента, и у самого Майкельсона был ряд трудностей. Например, движение лошадей за стенами здания полностью выводило установку из строя, вызывая колебания здания, которые были бы незаметны в обычных условиях. В конце концов Майкельсон провел свой опыт вне города, погрузив всю

установку в сосуд с ртутью, чтобы устранить “шум”. Этот путь типичен для экспериментатора, который хочет избавиться от нежелательных явлений.

Эксперимент по проверке теории:

Лакатош пишет: “Майкельсон первым разработал эксперимент для проверки противоречащих друг другу теории Френеля и Стокса о влиянии движения Земли на эфир”.

Это неправда. Как экспериментатор Майкельсон хотел сделать то, что Максвелл считал

невозможным, а именно измерить скорость движения Земли по отношению к эфиру, независимо от какой-либо теории. Он говорит именно это в письме к Саймону Ньюкомбу, написанном 22-го ноября 1880 года в Берлине. Майкельсон учился в Париже под руководством ученика Физо и был готов начать свои собственные опыты. В письме к руководителю, Александру Грэхему Беллу, от 18 апреля 1881 года Майкельсон писал: “Эксперименты, касающиеся движения Земли относительно эфира, успешно завершены. Результат оказался отрицательным”.

Отрицательный результат :

результат был и в самом деле отрицательным. Положительный результат вызвал бы сенсацию, поскольку при этом было бы определено абсолютное движение Земли через пространство. Если бы природа согласилась, это осталось бы в истории триумфом многовекового теоретизирования. Мы бы знали, что пространство абсолютно, и знали бы абсолютную скорость, с которой Земля перемещается через пространство.

Результат эксперимента .

Лакатош пишет: “Майкельсон заявил, что его эксперимент 1881 года был

критическим экспериментом [он дал возможность выбрать между объяснениями аберрации Френеля и Стокса – Я. Х.] и что он доказал теорию Стокса”. Майкельсон ничего такого не утверждал. Он писал: “Интерпретация этих результатов состоит в том, что смещения интерференционных полос не наблюдается. Таким образом, доказано, что следствие гипотезы о стационарности эфира неверно, и сама гипотеза с необходимостью оказывается неверной”. Он не заявлял, что доказал правоту Стокса, но лишь пытался доказать, что Френель был неправ.

Аберрация : Майкельсон

продолжает, заявляя, что результат “напрямую противоречит общепринятому объяснению явления аберрации”, то есть объяснению Френеля. В конце он говорит, что “было бы уместным привести выдержку” из статьи Стокса. Стокс говорил, что, видимо, нет “результата, сравнимого с экспериментом и который мог бы противоречить принятой нами теории” (то есть Стокса или Френеля). Стокс говорит, что “было бы хорошо иметь возможность поставить две эти теории перед проверкой с помощью какого-либо

решающего эксперимента”. Майкельсон цитирует Стокса без всякого комментария. Он не “говорит окольным путем” – по выражению Лакатоша – о том, что он доказал правоту Стокса. Он не называет свой эксперимент решающим. То, что он подразумевает, составляет триумф экспериментатора по отношению к теоретику: теперь я могу определить то, что было до сих пор недоступно вам.

Эксперимент 1886 года :
Майкельсон объединился с Морли для того, чтобы переделать эксперимент Физо 1852 года, в котором свет пропусклся через

струящуюся воду в направлении, противоположном движению воды. Морли должен был участвовать как химик, способный выдувать стекло, необходимое для тонких стеклянных сосудов, по которым должна была течь вода. Они сделали вывод, что Физо был, в основном, прав, хотя они некоторым образом и переинтерпретировали теорию Френеля. В заключение они писали: “Итогом этой работы является то, что результат, заявленный Физо, в основном, правилен и что на светоносный эфир совершенно не действует движение того вещества, которое пронизано эфиром”. Я

думаю, что Лакатош вовсе не упоминает этого эксперимента.

Появляется теория : Г. Лоренц, один из великих теоретиков конца девятнадцатого — начала двадцатого столетия, страстно интересовался проблемами эфира. Лакатош некоторым образом преувеличивает, когда пишет следующее:

“Как это часто случается, экспериментатор Майкельсон получил урок от теоретика. Лоренц, ведущий теоретический физик, показал, что вычисления Майкельсона были неправильными,

теория Френеля предсказывала только половину эффекта, подсчитанного Майкельсоном. Конечно, когда французский физик Потье указал Майкельсону на ошибку, сделанную в 1881 году, тот решил не публиковать исправления.”

Это не так. Майкельсон опубликовал заметку по-французски в *Comptes Rendue* №94 (1882), p. 520. В этой заметке содержалась ссылка на Потье.

Эксперимент 1887 года : это самый известный эксперимент Майкельсона-Морли. Лакатош говорит о “письме от Рэлея, который

привлек внимание к статьям Лоренца. Это письмо послужило причиной проведения эксперимента 1887 года”. Это неверно. Письмо было написано в начале 1887 года, а эксперимент был проведен в июле 1887 года. Можно понять, почему Лакатош делает свой поспешный вывод. Но на самом деле эксперимент был запланирован на 1886 год и тогда же полностью профинансирован. Работы были начаты в октябре, но скрупулезная подготовка была сведена на нет пожаром 27 октября 1886 года, и тем самым реализация эксперимента была надолго отложена. Так что

эксперимент начался задолго до пресловутого письма Рэлея. (Хотя, конечно, эксперимент мог быть инициирован лекциями Кельвина, которые он прочел в Балтиморе годом раньше).

Эксперимент 1887 года был в некотором смысле менее удовлетворительным, чем на то надеялся Майкельсон. Два исследователя не получили нулевого результата с более тонким оборудованием. Как Майкельсон писал Рэлею в 1887 году, “если эфир и увлекается Землей, относительная скорость меньше, чем одна шестая скорости Земли”. Он думал, что они

должны переделать свой эксперимент в другое время года и посмотреть, влияет ли существенным образом высота на скорость эфирного ветра. Лакатош удивляется, что Майкельсон не предпринял того, что сам считал необходимым сделать на следующем этапе. Происходило ли это в силу его озабоченности тем, что делает теория? Нет. Майкельсон был экспериментатором. Он опубликовал целую серию работ по своему новому изобретению, интерферометру, которые он считал более удивительными, чем работы по эфиру. Он поразил воображение

Американской Ассоциации по Распространению Науки своим “Ходатайством о световых волнах”, в котором указывалось, как можно получить новое точное определение стандартного метра с использованием его изобретения и световых лучей.

Повторение эксперимента :
Майкельсон дважды возвращался к эфиру. Лакатош пишет: “Длинная последовательность опытов Майкельсона с 1881 года до 1935 года, проводимых с целью проверок сменявших друг друга версий эфирной [исследовательской] программы, дает прекрасный пример

сдвига в сторону регрессивной программы”. Наверное, с 1931 по 1935 год эксперименты проводились Майкельсоном в загробном мире, поскольку в 1931 году он умер. “Длинная последовательность опытов”, проделанных Майкельсоном между 1881 годом и 1935, на самом деле, состояла из экспериментов 1881, 1886, 1887, 1897, 1925 годов. Множество других людей пытались улучшить или модифицировать результаты Майкельсона, но длинной последовательности опытов Майкельсона не существовало.

Его эксперимент 1897 года показал, что высота не влияет на результаты его опытов. Майкельсон сказал, что этому может быть множество объяснений, с которыми он оставляет возиться теоретиков.

Может быть, говорит он, земная атмосфера больше, чем мы думаем. Может быть, идея Фитцджеральда о сжатии, тогда бывшая в моде, верна. Может быть, Стокс был прав с самого начала.

Экспериментатор Майкельсон не следует какой-либо программе, о которых пишет Лакатош. Что же касается эксперимента 1925 года, то Миллер заявил об обнаружении эфирного

ветра, так что 75-летний Майкельсон проделал заново свой юношеский опыт, чтобы поверить, что он не сделал ужасной ошибки. Он и в самом деле не сделал ее.

Экспериментальные и
рациональные способности

Поппер рассматривал опыт Майкельсона-Морли как очевидный критический эксперимент, породивший теорию относительности. В частности, эксперимент предполагает, что свет имеет одну и ту же скорость во всех средах и во всех направлениях. Критикуя Поппера, Лакатош и

многие другие совершенно правильно говорят, что историческая релевантность опыта Майкельсона к теории относительности лишь косвенна. Но и Поппер, и Лакатош подчеркивали только рациональную способность. Существует еще множество опубликованных фантазий об опыте Майкельсона-Морли, и в своем кратком очерке я, конечно же, не претендую на окончательные выводы. Я выбрал Лакатоша в качестве обучающего примера, потому что считаю его собственную философию значительной. Когда же он начинает делать теоретические выводы из

случаев из реальной жизни, то вывод всегда бывает слишком поспешным. Философия, доминируемая теорией, делает человека слепым к реальности.

Несомненно, что Майкельсон несколько напоминает бэконовского муравья, волшебника в устройстве опыта и слабого в теории, хотя и не несведущего в ней. Лоренц (хотя и в меньшей степени) был бэконовским пауком. Оба высоко ценили друг друга. Лоренц вдохновлял работу Майкельсона, в то же самое время пытаясь разработать математику эфира, которая объяснила бы его поведение. Если и существовала

регрессивная программа, то это была программа Лоренца. Более важно, что мы видели взаимодействие между двумя типами талантов. Необычайный интерес по отношению к теории относительности Эйнштейна сделал теоретическую работу в этой области более важной. Майкельсон также открыл новые области экспериментальной техники. Как писал Бэкон, наука должна быть подобна пчеле, обладающей талантами муравья и паука, но способной сделать больше, то есть переварить и интерпретировать опыты и теорию.

16. Экспериментирование и научный реализм

Экспериментальная работа предоставляет самый сильный довод в пользу научного реализма. Это происходит не потому, что мы проверяем гипотезы об объектах, а потому, что с объектами, которые в принципе не “наблюдаемы”, можно манипулировать регулярным образом, с тем чтобы получать новые явления и исследовать другие аспекты природы. Они являются средствами, инструментами не мысли, а дела. Электрон – любимый

объект философов. Я покажу, как электроны стали экспериментальными объектами или объектами экспериментатора. На ранних стадиях открытия того или иного объекта мы можем проверять гипотезу о том, что он существует. Даже это не является рутинной работой. Когда в 1897 году Томсон понял, что объекты, называемые им “корпускулами”, испаряются с катодов, первым, что он сделал, было измерение массы этих отрицательно заряженных частиц. Он произвел грубую оценку заряда e и измерил e / m . Он также получил довольно точную оценку m . Милликен

следовал некоторым идеям, уже обсуждавшимся у Томсона в Лаборатории Кавендиша. К 1908 году ему удалось определить заряд электрона, то есть вероятную минимальную единицу электрического заряда. Следовательно, с самого начала ученые не столько проверяли существование электронов, сколько взаимодействовали с ними. Чем больше мы начинаем понимать причинные силы, связанные с электронами, тем больше мы можем построить приборов, с помощью которых можно получать хорошо известные эффекты в других

областях природы. К тому времени, как мы становимся способными использовать электрон для манипуляции с другими объектами, электрон перестает быть чем-то гипотетическим, чем-то выводимым. Он перестает быть теоретическим и становится экспериментальным.

Экспериментаторы и объекты

Большая часть физиков-экспериментаторов являются реалистами относительно некоторых теоретических объектов, а именно тех, которые они *используют*. Я заявляю, что они и не могут не быть ими. Несомненно, что многие также

являются реалистами относительно теорий, но это не столь существенно для них. Экспериментаторы часто бывают реалистами относительно объектов, которые они *исследуют* , но они не обязательно должны быть ими. У Милликена, видимо, не было мучительных сомнений по поводу реальности электронов, когда он занялся измерением их заряда. Но он мог скептически относиться к тому, что он мог найти, до того, как он это нашёл. Но и после этого он мог остаться скептиком. Он мог бы рассуждать так: может, и существует минимальная единица электрического заряда, но не

существует частицы или объекта с точно таким количеством заряда. Экспериментирование с объектом еще не заставляет поверить, что он существует. Только *манипулирование* с объектом при экспериментировании с чем-нибудь другим может в этом убедить.

Более того, даже если вы используете электроны для экспериментирования с чем-то другим, это еще не делает невозможными сомнения в существовании электронов. Но понимая некоторые причинные свойства электронов, можно делать предположения о том, как построить

очень сложный прибор, который позволит вам упорядочить электроны тем способом, которым вы хотите, для того чтобы увидеть, что случится с чем-то другим. Как только у вас есть правильная экспериментальная идея, вы наперед знаете, как построить прибор, потому что вам известно, как можно заставить электрон вести себя определенным способом. В этом случае электрон больше не является средством организации наших мыслей или средством спасения наблюдаемых явлений. Электроны оказываются средством создания явлений в другой

области природы. Электроны становятся инструментами.

Существует важное экспериментальное различие между реализмом относительно объектов и реализмом относительно теорий. Предположим, мы говорим, что реализм относительно теорий – это вера в то, что цель науки – достижение истины. Вряд ли кто-либо из экспериментаторов будет это отрицать. Только философы сомневаются в этом. Но получение истины – это весьма далекая цель. В то время как такая цель, как получение электронного пучка, достигается посредством имеющихся

в наличии электронов. Нацеливание точно настроенного лазера на определенный атом для того, чтобы выбить определенный электрон, тем самым приводя к созданию иона, — это опять-таки нацеливание на уже имеющиеся электроны. В настоящий момент не существует множества теорий, в которые необходимо верить. Если реализм относительно теорий является учением о целях науки, то это учение, нагруженное определенными ценностями. Если реализм относительно объектов — это вопрос об использовании электронов на следующей неделе или задача нацеливания на другие электроны

неделю спустя, то это учение весьма нейтрально по отношению к ценностям. То, как экспериментаторы являются научными реалистами относительно объектов, совершенно отлично от того, как они могут быть реалистами относительно теорий.

Это различие проявляется, когда мы обращаемся от идеальных теорий к тем, которые существуют сейчас. Многие свойства надежно приписаны к электронам, но большинство свойств выражено в многочисленных теориях или моделях, о которых экспериментатор может знать довольно мало. Даже

ученые из одной группы, которая работает над разными частями одного большого эксперимента, могут придерживаться различных и несовместимых теоретических описаний электрона. Это происходит потому, что различные части эксперимента будут использовать электрон по-разному. Модели, пригодные для одного аспекта электрона, будут плохими для других аспектов. Порой группа стремится выделить одного из своих членов с совершенно иными теоретическими представлениями для того, чтобы просто иметь кого-нибудь, кто может решать эти экспериментальные

проблемы. Может быть выбран кто-нибудь с образованием, полученным в другой стране, чей теоретический язык сильно отличается от вашего, с целью получить тот эффект, который вы желаете.

Но существует ли общее ядро теории, общее мнение всех членов группы, которое и есть теория электрона и которой реалистически придерживаются все экспериментаторы? Я бы назвал это общим профессиональным знанием, а не общим ядром. Существует множество теорий, моделей и тому подобного, включающего электроны, но нет основания предполагать, что

пересечение всего этого вообще есть теория. Нет так же и повода думать, что существует такая вещь, как “наиболее мощная нетривиальная теория”, содержащаяся в пересечении всех теорий, в которую научили верить того или иного члена группы”. Даже если существует множество разделяемых мнений, то нет основания предполагать, что они образуют нечто, что стоит называть теорией. Естественно, что группы обычно складываются из единомышленников, работающих в одном институте, так что обычно существует некий общий теоретический базис для их работы.

Это социологический факт, а не основание для научного реализма.

Я признаю, что многие философские теории, касающиеся научного реализма, являются учениями не о настоящем, а о том, что мы можем достигнуть; они об идеале, к которому мы стремимся. Так что отсутствие теории не может быть аргументом против оптимистической цели. Суть заключается в том, что такой научный реализм относительно теорий должен принять пирсовские принципы веры, надежды и любви. Научный реализм относительно объектов не нуждается в этих

добродетелях. Он возникает из того, что мы можем сделать в настоящем. Чтобы понять это, мы должны рассмотреть подробнее построение прибора, который может заставить электрон успокоиться и вести себя прилично.

Делание

Даже если экспериментаторы являются реалистами относительно объектов, из этого не следует, что они правы. Может быть, это дело психологии, может быть, само мастерство заставляет талант экспериментатора сочетаться с особым складом ума,

объективизирующим все, о чем он мыслит. Хотя и это не так. Экспериментатор с готовностью полагает, что нейтральные бозоны являются чисто гипотетическими объектами *, и в то же время считает электроны реальными. В чем различие?

Существует бесконечное количество способов, которыми можно делать инструменты, основывающиеся на причинных свойствах электронов, для того, чтобы произвести желаемый эффект непревзойденной точности. Сейчас я постараюсь проиллюстрировать этот

факт. Аргумент, который может быть назван экспериментальным аргументом в пользу реализма, состоит не в том, что мы выводим реальность электрона из нашего успеха. Дело обстоит не так, что мы сначала делаем инструменты, затем выводим реальность электронов, как в том случае, когда мы проверяем гипотезу и начинаем в нее верить, потому что она прошла тест. По отношению к объектам такой временной порядок не проходит. Здесь дело обстоит так: к настоящему времени мы разработали прибор, который основывается на скромном наборе банальных истин

относительно электронов, для того чтобы произвести несколько других явлений, которые мы желаем исследовать.

Это может навести на мысль, что мы верим в электроны, поскольку можем предсказать поведение нашего прибора, но это так же далеко от действительности. У нас есть ряд общих идей, скажем, о том, как подготовить поляризованные электроны. Мы тратим много времени на построение прототипов приборов, которые не работают. Мы избавляемся от неимоверного количества ошибок. Часто нам необходимо сдаться и

попробовать другой подход. Отладка — это не дело теоретического объяснения или предсказания того, в чем ошибка. Частично она сводится к тому, чтобы избавиться от “шума” в приборе. Хотя слово “шум” также имеет точное значение, оно часто означает все те события, которые не укладываются ни в одну теорию. Инструмент должен быть способен физически выделять свойства объектов, которые мы хотим использовать и подавлять все остальные эффекты, которые могут нам помешать. *Мы полностью убеждены в реальности электронов, когда мы регулярно пытаемся*

построить — и довольно часто с успехом строим — новые виды приборов, которые используют разнообразные, плохо понятные причинные свойства электронов для проникновения в другие, более гипотетические части природы.

Это невозможно понять без примера. Знакомые исторические примеры часто обрастают ложными философиями истории науки, ориентированными на теорию. Так что я возьму новый пример, относящийся к поляризующей электронной пушке с акронимом PEGGY II. В 1978 году она использовалась в фундаментальном

эксперименте, который привлёк внимание даже газеты “Нью-Йорк Таймс”. В следующем разделе я опишу суть изготовления PEGGY II. Для этого мне понадобится немного рассказать о некоторой области новейшей физики, описание которой можно пропустить и читать лишь следующий далее инженерный раздел.

И все же для читателя может представить интерес довольно легкое для понимания значение основных экспериментальных результатов, а именно (1) четность поляризованных электронов при рассеянии на дейтерии не сохраняется; и (2) более

общий факт, согласно которому четность нарушается в слабых взаимодействиях нейтральных токов.

Нарушение четности и слабые нейтральные токи

В природе существуют четыре основных типа сил, про которые нельзя сказать, что они совершенно различные. Сила тяжести и электромагнитные силы известны всем. Существуют еще сильные и слабые силы, которые воплощают исследовательскую программу Ньютона, изложенную им в “Оптике”. Ньютон утверждал, что вся природа должна пониматься в

смысле взаимодействия частиц с различными силами притяжения или отталкивания, действующими на разных расстояниях (то есть с различными скоростями убывания их величин с отдалением).

Сильные взаимодействия в 100 раз сильнее, чем электромагнитные, но действуют на чрезвычайно малых расстояниях, не превышающих диаметр протона. Сильные силы действуют на “адроны”, которые включают в себя протоны, нейтроны и некоторые недавно открытые частицы, но не на электроны и другие частицы из класса, называемого “лептонами”.

Слабые взаимодействия в 10000 раз слабее электромагнитных сил и действуют на расстояниях в 100 раз меньших, чем расстояния, характерные для сильных взаимодействий, но зато они действуют как на адроны, так и на лептоны. Самым известным примером слабых взаимодействий служит β -радиоактивность.

Теорией, благодаря которой были получены такие выводы, была квантовая электродинамика. Эта теория чрезвычайно успешна и дает предсказания с точностью до одной миллионной, что является чудом

современной физики. * Она применима на расстояниях от диаметра Земли до $1/100$ диаметра протона. Эта теория предполагает, что носителями всех сил служат некоторого рода частицы. Носителями электромагнитных взаимодействий служат фотоны. Есть гипотеза, что носителями гравитационной силы являются “гравитоны”. В случае со взаимодействиями, включающими слабые силы, существуют заряженные токи. Постулируется, что носителями этих слабых сил являются частицы, которые называются бозонами. Для

заряженных токов бозоны могут быть положительными или отрицательными. В 1970 годах обнаружилась возможность того, что могут быть слабые “нейтральные” токи, в которых заряды не переносятся и не обмениваются. По простой аналогии с проверенными частями квантовой электродинамики, нейтральные бозоны постулированы как носители слабых взаимодействий.

Наиболее известное открытие в современной физике высоких энергий заключается в нарушении закона сохранения четности. Вопреки ожиданиям многих физиков

и философов, включая и Канта, природа непрекескемо различает правостороннее и левостороннее. Это становится очевидным лишь для слабых взаимодействий.

То, что называется право- или левосторонностью в природе, конечно, имеет условный характер. Я уже говорил о том, что у электронов есть спин. Представьте, что ваша рука обнимает крутящуюся частицу так, что пальцы указывают в сторону вращения. В таком случае говорят, что большой палец направлен в сторону вектора вращения. Предположим, что такие частицы движутся в пучке, и рассмотрим

отношение между вектором вращения и пучком. Если у всех частиц вектор вращения направлен в том же направлении, что и пучок, то имеет место правосторонняя поляризация, а если вектор вращения противоположен направлению пучка, то имеет место левосторонняя поляризация.

Открытие нарушения четности показало, что один из продуктов распада частиц, так называемое мюонное нейтрино, существует только в левосторонней поляризации.

Нарушения четности были обнаружены для слабых заряженных взаимодействий. Можно ли это утверждать для случая слабых нейтральных токов? Замечательная модель Вайнберга-Салама для четырех типов сил была предложена независимо Стивеном Вайнбергом в 1967 году и А. Саламом в 1968 году *

. Она подразумевает малые нарушения четности в слабых нейтральных взаимодействиях. Если считать, что эта модель — чистое умозрение, то ее успех совершенно удивителен и даже внушает благоговение. Так что стоит попытаться проверить предсказанное

нарушение четности для слабых нейтральных взаимодействий. Это может обеспечить нас большей информацией о слабых силах, которые действуют на таких малых расстояниях.

Предсказание заключается в следующем: левосторонне поляризованные электроны, ударяясь об определенные препятствия, рассеиваются немного больше, чем правосторонние электроны. Немного больше! Разница в относительных вероятностных частотах рассеяний двух типов составляет $1/10000$, сравнимую с различием вероятности между $0,50005$ и $0,49995$.

Предположим, что используется стандартное оборудование, которое было доступно в Стэнфордском линейном ускорителе в начале 1970-х годов. Оно дает 120 импульсов в секунду, каждый из которых порождает одно электронное событие. В этом случае потребуется 27 лет для того, чтобы уловить такое малое различие в относительной частоте. Учитывая то, что один пучок используется сразу в нескольких экспериментах, разрешая различным экспериментаторам использовать различные импульсы и учитывая, что ни одна установка не может быть стабильной больше месяца, не говоря

уже о 27 годах, можно понять, что такой эксперимент невозможен. Для успеха необходимо бесконечно больше электронов, выбрасываемых в каждом импульсе. Необходимо от 1000 до 10000 дополнительных электронов на импульс по сравнению с тем, что было возможно раньше. В первой попытке использовался прибор, который теперь называется PEGGY I. Он содержал, по существу, высококлассный вариант горячего катода Дж. Дж. Томсона. Нагревалось некоторое количество лития и испарялись электроны. PEGGY II основана на совершенно отличных принципах.

PEGGY II

Основная идея возникла, когда Ч. Я. Прескотт заметил (“случайно”!) статью в оптическом журнале о кристаллическом веществе под названием арсенид галлия – GaAs. Это вещество имеет любопытное свойство. Когда на него воздействуют циркулярно поляризованным светом подходящих частот, он излучает множество линейно поляризованных электронов. Имеется достаточно хорошее приближенное квантовое понимание того, почему это происходит и почему половина излучаемых электронов будет поляризована, причем $\frac{3}{4}$

электронов поляризовано в одном направлении, а $1/4$ – в другом.

PEGGY II использует этот факт, а так же то, что GaAs излучает множество электронов благодаря кристаллической структуре. После этого наступает черед для инженерного искусства. Его задача – освободить электрон с поверхности. Известно, что здесь помогает покрытие поверхности подходящим веществом. В данном случае на кристалл наносился тонкий слой цезия и кислорода. Кроме того, чем меньше давление воздуха около кристалла, тем больше электронов покинет поверхность при

данной интенсивности облучения. В связи с этим бомбардирование производилось в высоком вакууме при температуре жидкого азота.

Нам необходим подходящий источник света. На кристалле испытывается лазер с импульсами красного света (7100 ангстрем). Сперва свет проходит через обычный поляризатор, очень древний прибор из кальцита или исландского шпата. Это дает линейно поляризованный свет. Но нам нужно, чтобы кристалл обрабатывался циклически поляризованным светом. Поляризованный лазерный луч проходит через хитрый прибор,

который называется батареей Покела. Он превращает линейно поляризованные фотоны в фотоны, обладающие круговой поляризацией. Как электрический прибор, он работает в качестве очень быстрого переключателя. Направление круговой поляризации зависит от направления тока в батарее. Следовательно, направление поляризации может меняться случайным образом. Это важно, поскольку мы пытаемся уловить очень маленькую асимметрию между право- и левосторонней поляризацией. Рандомизирование помогает нам избежать любого

систематического “дрейфа” в оборудовании. Рандомизация порождается радиоактивным распадом, и компьютер записывает направление поляризации для каждого импульса.

Импульс фотонов, имеющих круговую поляризацию, воздействует на кристалл GaAs, в результате чего появляется импульс линейно поляризованных электронов. Пучок электронов с таким импульсом направляется магнитами на ускоритель на следующем этапе эксперимента. Этот пучок проходит через прибор, который проверяет степень поляризации вдоль нужного

направления. Остальная часть эксперимента требует других приборов и детекторов, для изготовления которых нужна не меньшая изобретательность, но мы остановимся на PEGGY II.

Помехи

Короткое описание делает все слишком простым, так что давайте остановимся и поразмыслим над возможными помехами. Многие из них так и остаются никогда не понятыми. Они устраняются методом проб и ошибок. Продемонстрируем три вида помех:

- (1) существенные технические

ограничения, которые в конце концов должны быть включены в анализ ошибок; (2) простые механические дефекты, о которых не размышляют до тех пор, пока они не действуют на вас; (3) намеки на то, что могло бы быть неправильным.

(1) Лазерные пучки не так постоянны, как учит нас научная фантастика, и всегда имеется неустранимая “дрожь” в луче на протяжении любого отрезка времени.

(2) На более банальном уровне электроны из кристалла GaAs рассеиваются назад и возвращаются

по тому же каналу, что и лазерный луч, используемый для удара о кристалл. Большинство их затем отклоняется под действием магнитного поля. Но некоторые отражаются от лазерного аппарата и возвращаются в систему. Так что необходимо уничтожить эти побочные электроны. Это совершается при помощи грубых механических средств, заставляющих электроны фокусироваться вне кристалла и таким образом уходить из него.

(3) Хорошие экспериментаторы остерегаются даже совсем невероятных помех. Что если

предположить, что частицы пыли на экспериментальной поверхности ложатся плоско, когда поляризованный импульс ударяется о них, а затем “встают дыбом”, если подвергаются действию импульса, поляризованного в противоположном направлении? Может это быть источником систематической ошибки, если учесть, что мы улавливаем малую асимметрию? Как-то ночью одному члену группы пришла в голову такая мысль, и на следующее утро он стал яростно поливать установку противопылевым спреем. Это делалось на протяжении целого месяца, на всякий случай.

Результаты

Требовалось около 10 11
событий для того, чтобы получить
результат, который был бы признан
действительным результатом, а не
отнесен к систематической и
статистической ошибке. Хотя идея
систематической ошибки
представляет интересные
концептуальные проблемы, она, по-
видимому, неизвестна философам.
Существовали систематические
неопределенности в определении
право- и лево-сторонней
поляризации, имела место некоторая
дрожь, и существовали другие

проблемы относительно параметров этих двух типов пучков электронов. Эти ошибки анализировались и линейно складывались со статистической ошибкой. Для занимающегося статистическим выводом это является настоящим протиранием штанов без какого-либо смысла. Может это и было так, но благодаря PEGGY II число событий было достаточно велико для того, чтобы дать результат, который убедил бы все физическое сообщество. Лево-поляризованные электроны рассеивались на дейтерии несколько более часто, чем право-поляризованные электроны. Это

было первым убедительным примером нарушения четности в слабых взаимодействиях с нейтральным током.

Комментарий

Изготовление PEGGY II было явно не теоретическим процессом. Никто заранее не разрабатывал поляризационные свойства GaAs — он был найден случайно путем независимых экспериментальных исследований. Хотя элементарная квантовая теория кристаллов объясняет поляризационный эффект, она не объясняет свойства действительно используемого

кристалла. Никому не удавалось заставить реальный кристалл поляризовать более 37% электронов, хотя в принципе должно быть поляризовано 50% электронов.

Сходным образом, хотя у нас имеется некоторая общая картина того, почему слои цезия и кислорода будут “производить отрицательное электронное сродство”^{*}, то есть давать электронам большую возможность для вылета, у нас нет количественного понимания того, почему это повышает эффективность до 37%.

Не было также никакой гарантии, что отдельные куски уложатся в общую картину. Чтобы дать более современную иллюстрацию, будущая экспериментальная работа, вкратце описанная ниже, заставляет желать даже большего числа электронов за импульс, чем могла бы дать PEGGY II. Когда информация об эксперименте по нарушению четности была опубликована в “New-York Times”, ученые из группы в Лаборатории Белла прочитали газету и увидели, что происходит. Ими уже была сконструирована кристаллическая решетка для

совершенно других целей. В ней использовались слои GaAs и родственное соединение алюминия. Структура этой решетки давала основания ожидать, что с ее помощью все излучаемые электроны будут поляризованы. То есть появляется возможность удвоить эффективность PEGGY II. Но в настоящее время эта прекрасная идея встречается с большими трудностями. Новая решетка также должна быть покрыта веществом, уменьшающим работу выхода электронов. Цезиево-кислородное соединение наносится при высокой температуре. Следовательно,

алюминий стремится к проникновению в соседний слой GaAs, и довольно искусно сделанная решетка становится слегка неправильной, ограничивая тем самым свои тонкие свойства, связанные с излучением поляризованных электронов. Таким образом, возможно, она никогда не будет работать. Одновременно Прескотт возродил термоэмиссионный катод, повышая его мощность, для того чтобы получить больше электронов. “Теория” не скажет нам, что PEGGY II превзойдет термоэмиссионный PEGGY I. Она также не скажет нам о

том, будет ли PEGGY II превзойдена каким-либо термоэмиссионным PEGGY III.

Заметим, что сотрудники Лаборатории Белла не нуждались в знании теории слабого нейтрального тока для того, чтобы разрабатывать свои образцовые решетки. Они просто читали “New-York Times”.

Мораль

Когда-то было вполне осмысленно сомневаться в том, что существуют электроны. Даже после того, как Томсон измерил массу своих корпускул и Милликен

измерил их заряд, сомнение еще имело смысл. Необходимо было точно знать, что Милликен меряет ту же самую величину, что и Томсон. Требовалась большая теоретическая разработка. Идею нужно было использовать во множестве других явлений. Физика твердого тела, атом, сверхпроводимость — все это должно было играть свою роль.

Когда-то лучшим доводом в пользу мысли о том, что электроны существуют, мог быть успех в объяснении явлений. В главе 12 мы видели, как Лоренц объяснял эффект Фарадея с помощью теории электрона. Я уже говорил, что

способность к объяснению не дает гарантии истинности. Даже со времени Дж. Дж. Томсона основными считались измерения, а не объяснения. Объяснения, конечно, помогали. Некоторые люди, может быть, верили в существование электронов, потому что постулирование их существования объясняло широкий класс явлений. К счастью, нам больше не нужно делать вид, что мы делаем вывод о существовании электронов из успешного объяснения (то есть из того, что создает комфорт нашему разуму). Прескотт и другие не объясняли явления с помощью

электронов. Они знали, как использовать их. Ни один человек в здравом уме не думает о том, что электроны — “действительно” маленькие вращающиеся шарики, вокруг которых, имея достаточно маленькую руку, вы можете обернуть пальцы так, что большой палец будет указывать направление вращения. Вместо этого существует семейство причинных свойств, в терминах которых талантливые экспериментаторы описывают и раскрывают природу электрона для того, чтобы изучать что-либо еще, например, слабые нейтральные токи и нейтральные бозоны. Мы знаем

огромное количество фактов о поведении электронов. Очень важно знать также то, что не имеет большого значения для электронов. Так, мы знаем, что попадание поляризованного электронного пучка в магнитную катушку не повлияет на поляризацию каким-либо существенным образом. У нас есть догадки, слишком сильные для того, чтобы их можно было бы игнорировать, и в то же время слишком тривиальные для того, чтобы проверять их независимо: например, пыль может колебаться при изменении направления поляризации. Эти догадки основаны

на трудноуловимом смысле вещей, таких как электроны. (К этой догадке не имеет отношения вопрос о том, являются ли электроны облаками, волнами или частицами.)

Когда гипотетические объекты становятся реальными

Отметим радикальное различие между электронами и нейтральными бозонами. Мне говорят, что никто еще не может манипулировать пучком нейтральных бозонов, если они и существуют. Даже слабые нейтральные токи являются всего лишь тем, что появляется из тумана гипотез. К 1980 году достаточный

объем убедительных экспериментов сделал их объектом исследования. Когда они потеряют свой гипотетический статус и станут обычной реальностью, такой как электроны? Когда мы станем использовать их для изучения чего-либо другого.

Я упомянул о желании сделать пушку, лучшую, чем PEGGY II. Почему? Потому что теперь мы “знаем”, что четность нарушается в слабых нейтральных взаимодействиях. Может быть, с помощью еще более абсурдного статистического анализа, чем тот, который входит в эксперимент по

выявлению четности, можно выявить именно слабые взаимодействия. То есть у нас имеется множество взаимодействий, включая, скажем, электромагнитные. Можно подвергать их различным проверкам, но можно также статистически выделить класс слабых взаимодействий как именно тех, где не сохраняется четность. Это, возможно, откроет нам путь к достаточно глубокому исследованию вещества и антивещества. Чтобы наладить статистику, необходимо получать еще больше электронов на импульс, чем можно надеяться получить с помощью PEGGY II. Если

бы такой проект удался, мы бы начали использовать слабые нейтральные токи как средства манипуляции для того, чтобы посмотреть на что-либо еще. Был бы сделан следующий шаг к утверждению о реальности таких токов.

Изменение времени

Хотя реализм и антиреализм являются частями философии науки, лежащей глубоко в греческой предыстории, наши современные версии, в основном, восходят к спорам по поводу атомизма в конце девятнадцатого века. Антиреализм

относительно атомов был частично делом физики: энергетисты думали, что в основе всего находится энергия, а не маленькие кусочки материи. Это было также связано с позитивизмом Конта, Маха, Пирсона и даже Дж. С. Милля. Молодой сотрудник Милля Александр Бейн характерным образом выразил эту точку зрения в своем учебнике “Логика дедуктивная и индуктивная”. В 1870 году для него было вполне естественно писать следующее:

“Некоторые гипотезы являются предположениями относительно мельчайшей структуры тел и операций с ними. Учитывая природу

этих предположений, можно утверждать, что они никогда не могут быть доказаны прямым способом. Их достоинство заключается в их приемлемости для выражения явлений. Это Фикции теоретических Представлений.”

“Все утверждения относительно конечной структуры частиц материи”, – продолжает Бейн, – “являются и даже должны быть гипотетическими...” Кинетическая теория тепла, говорит он, “служит важной интеллектуальной функцией”. Но мы не должны считать ее правильным описанием мира. Это Фикция Представления.

Несомненно, что сто лет назад Бейн был прав. Предположения относительно мельчайшей структуры материи тогда не могли быть доказаны. Возможно было лишь не прямое доказательство, а именно то, что эти гипотезы, по-видимому, обеспечивают некоторое объяснение и помогают делать хорошие предсказания. Такие выводы, конечно, не являются достаточным основанием для того, чтобы убедить в реализме философа, склонного к инструментализму или какому-либо другому виду идеализма.

Эта ситуация очень похожа на ту, которая сложилась в

эпистемологии семнадцатого века. В то время знание понималось как правильное представление. Но с точки зрения этой эпистемологии нельзя выйти за пределы представления для того, чтобы быть уверенным в том, что они соответствуют миру. Любая проверка представления является другим представлением. “Ничто не похоже на мысль больше, чем мысль”, как говорил епископ Беркли. Пытаться спорить о научном реализме на уровне теории, проверки, объяснения, предсказательного успеха, сходимости теорий и тому подобного означает быть замкнутым

в мире представлений. Неудивительно, что научный антиреализм держится с таким постоянством. Это вариант “зрительской (созерцательной) теории знания”.

Ученые, в противоположность философам, стали, в общем, реалистами относительно атомов в 1910 году. Несмотря на изменения в интеллектуальном климате, некоторое множество антиреалистически ориентированных версий инструментализма или фикционализма оставалось сильной философской альтернативой

реализму и в 1910-х, и в 1930-х годах. Это то, чему учит нас история философии. Урок заключается в следующем: думайте о практике, а не о теории. Антиреализм относительно атомов был весьма разумен сто лет назад, когда писал Бейн. Антиреализм относительно любых микроскопических объектов был состоятельным учением в те дни. Теперь все изменилось. “Прямое” доказательство существования электронов и им подобных объектов заключается в нашей способности манипулировать ими, используя хорошо понятные причинные свойства

фундаментального уровня материи. Я, конечно, не утверждаю, что реальность создается человеческими манипуляциями. Способность

Милликена определить заряд электрона внесла большой вклад в идею электрона: я думаю, больший, чем лоренцевская теория электрона. Определение заряда чего-либо заставляет верить в существовании этого гораздо больше, чем постулирование этого для объяснения чего-либо еще. Милликен наносит заряд на электрон — еще лучше. В 1925 году Уленбек и Гаудсмит приписывают угловой момент электронам, блестяще решив

множество проблем. С тех пор у электрона появился спин. Еще более убедительным доводом становится то, что мы можем придавать электронам определенное направление спина, поляризовать их и заставлять их рассеиваться в немного различных пропорциях.

Существует, конечно, бессчетное количество объектов и процессов, о которых человечество никогда не узнает. Может быть много таких, о которых мы в принципе никогда не узнаем. Реальность больше нас. Наилучшее свидетельство в пользу постулируемого или выводимого

объекта заключается в том, что мы начинаем измерять его или каким-либо образом понимать его причинные силы. В свою очередь, наилучшее свидетельство того, что мы обладаем этим типом понимания, заключается в том, что мы можем начать с пустого места строить машины, которые будут работать достаточно надежно используя ту или иную причинную силу. Следовательно, лучшим подтверждением научного реализма служит инженерия, а не теория. Мои нападки на научный антиреализм аналогичны нападкам Маркса на современный ему идеализм. Я, как и

он, говорю, что суть заключается не в том, чтобы понять мир, а в том, чтобы изменить его. Может быть и есть объекты, о которых мы можем знать только в теории (черные дыры). Тогда наше свидетельство подобно тому, которое предоставил Лоренц. Может быть, и существуют объекты, которые мы будем только измерять и никогда не будем использовать. Экспериментальный аргумент в пользу реализма не говорит о том, что существуют лишь объекты экспериментатора.

Теперь я должен признаться в некотором скептицизме, скажем, по отношению к черным дырам. Я

подозреваю, что должно быть другое представление вселенной, в равной степени согласованное с явлениями, но в котором нет черных дыр. Я унаследовал от Локка определенную неприязнь к оккультным силам. Вспомним, как он яростно нападал на ньютоновскую гравитацию как на оккультную силу. Потребовалось два столетия для того, чтобы показать, что он был прав. Ньютоновский эфир также был совершенно оккультен. Это учит нас многому. Максвелл описывал свои электромагнитные волны в эфире, а Герц подтвердил их существование. Майкельсон описал способ взаимодействия с эфиром. Он

считал, что его опыт подтвердил
стоксовскую теорию эфирного ветра,
но в конце концов этот опыт стал
одним из многих опытов, который
заставил эфир испариться. Скептики
вроде меня делают индуктивные
выводы осторожно. Долгоживущие
теоретические объекты, которыми в
конце концов не могут
манипулировать, обычно
оказываются всего лишь
замечательными заблуждениями.